

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ПЕРВЫЙ МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
И.М. СЕЧЕНОВА МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (СЕЧЕНОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

На правах рукописи



Мигачев Алексей Сергеевич

**Применение методов нейромышечной стимуляции в комплексе
реабилитации пациентов с аномалиями развития челюстей**

3.1.2. Челюстно-лицевая хирургия

Диссертация

на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, доцент
Шайхалиев Астемир Икрамович

Москва – 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	13
1.1 История развития ортогнатической хирургии.....	13
1.2 Современный взгляд на лечение пациентов со скелетными аномалиями.....	20
1.3 Оценка субъективного состояния пациентов со скелетными формами аномалий челюстей	24
1.3.1 Оценка качества жизни пациентов со скелетными формами аномалий челюстей.....	24
1.3.2 Динамика уровня болевого синдрома по визуальной аналоговой шкале у пациентов в послеоперационном периоде по данным литературы.....	27
1.4 Биомеханические изменения, вызванные изменением пространственного положения челюстей у пациентов после ортогнатических операций	28
1.5 Методы оценки состояния жевательной группы мышц	30
1.6 Исследование биоэлектрической активности жевательной группы мышц с помощью поверхностной электромиографии	34
1.7 Обзор применяемых методов послеоперационной реабилитации пациентов со скелетными аномалиями	37
1.8 Применение чрескожной и динамической электростимуляции при реабилитации пациентов со скелетными аномалиями челюстей.....	40
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	43
2.1 Клиническая характеристика исследуемых групп и группы сравнения	43
2.2 Этапы лечения	44
2.3 Методы исследования	47
2.3.1 Поверхностная электромиография жевательной групп мышц.....	47
2.3.2 Методика оценки качества жизни по шкале OHIP-14-RU и визуальной аналоговой шкале боли	51
2.3.3 Методика оценки максимального открывания рта	52
2.4 Методика проведения динамической электростимуляции	55

2.5 Методика статистической обработки полученных данных	57
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	59
3.1 Оценка биоэлектрической активности жевательной группы мышц	59
3.1.1 Электромиографические показатели активности жевательной группы мышц в норме и при аномалии зубочелюстной системы.....	59
3.1.2 Сравнение электромиографических показателей активности жевательных мышц до- и после проведения ортогнатических операций	61
3.1.2.1 В группе II скелетный класс.....	61
3.1.2.2 В группе III скелетный класс	64
3.2 Применение динамической электростимуляции при реабилитации пациентов с аномалиями размеров и положения челюстей.....	67
3.2.1 Измерения по визуальной аналоговой шкале боли.....	67
3.2.2 Результаты оценки качества жизни пациентов по индексу ОНIP-14.....	71
3.2.3 Параметры экскурсии нижней челюсти.....	74
3.2.4 Данные электромиографии.....	82
3.2.4.1 Показатели электромиографии у пациентов со II скелетным классом.....	82
3.2.4.2 Показатели электромиографии у пациентов с III скелетным классом	88
ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ	94
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	129
ВЫВОДЫ	132
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	134
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	136
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	137
ПРИЛОЖЕНИЕ А	157

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Зубочелюстные деформации являются одной из наиболее распространённых патологий челюстно-лицевой области и, по данным литературы, встречаются у 33,1–95,3 % обследованных пациентов [1–6]. В метаанализе, проведённом Alhammad и соавт. [7], было показано, что среди пациентов с постоянным прикусом распространённость окклюзии I класса составила 74,7 %, II класса – 19,56 %, III класса – 5,93 %.

Для лечения умеренных и тяжёлых форм зубочелюстных деформаций «золотым стандартом» признано сочетание ортодонтической подготовки с последующим проведением ортогнатической хирургии [8, 9]. Показания к хирургической коррекции наблюдаются примерно у 1 % взрослого населения [10], и, согласно данным ряда авторов, наблюдается устойчивая тенденция к росту числа обращений по поводу проведения ортогнатических вмешательств [11]. Основной целью таких вмешательств является восстановление функций зубочелюстной системы и улучшение эстетических характеристик лица [12].

Ортогнатическая операция во многих случаях является единственным эффективным методом лечения у взрослых пациентов с выраженными нарушениями размеров челюстей. Несмотря на различия в протоколах операций, базовая хирургическая концепция остаётся неизменной и включает двустороннюю сагиттальную остеотомию нижней челюсти и остеотомию верхней челюсти по типу Le Fort I (моноблоком или с фрагментацией) [9].

Изменение положения нижней челюсти напрямую влияет на функциональную активность жевательных мышц. Установлено, что после этапа реабилитации у пациентов, перенёвших ортогнатическую операцию, улучшается электромиографическая активность мышц, что позволяет объективно оценивать эффективность реабилитационных мероприятий [13]. Метод электромиографии (ЭМГ) также применим на дооперационном этапе, так как позволяет выявить

пациентов с повышенной активностью жевательных мышц, что даёт возможность своевременно скорректировать как хирургическую тактику, так и план послеоперационной реабилитации [14].

Учитывая значительную травматичность ортогнатических операций, остаётся актуальной задача разработки эффективных методов послеоперационной реабилитации, направленных не только на улучшение субъективных ощущений пациентов, но и на достижение объективно стабильных функциональных результатов [13].

Проблеме восстановления функции жевательной мускулатуры после ортогнатических вмешательств в современной литературе уделяется большое внимание. Так, ещё в 1987 году была предложена миофункциональная терапия, эффективность которой позже была подтверждена методами электромиографического анализа [15].

Современным направлением в реабилитации после ортогнатических операций является чрескожная электронейростимуляция. Принцип её действия основан на стимуляции мышечных сокращений за счёт повышения концентрации ионов Na^+ в нервных волокнах и выхода ионов K^+ и Ca^{2+} . Это приводит к увеличению микроциркуляции, повышению местной температуры и активации Na^+/K^+ -насоса, что способствует восстановлению ионного баланса и достижению миорелаксации [16].

Несмотря на описанные физиологические эффекты, в доступной литературе отсутствуют объективные данные, подтверждённые ЭМГ, касающиеся эффективности чрескожной электронейростимуляции у пациентов после ортогнатических операций. Имеющиеся публикации носят единичный и эмпирический характер, а алгоритм применения не систематизирован.

Степень разработанности темы исследования

Проблема диагностики и лечения зубочелюстных деформаций и функциональной реабилитации после ортогнатических операций широко освещена

в отечественной и зарубежной литературе. Ряд авторов [1–6, 7, 9, 10, 11] показали высокую распространённость зубочелюстных аномалий и обосновали необходимость хирургической коррекции у части пациентов. Предложены разные варианты и модификации проведения ортогнатических операций, начиная от вариантов доступа и линий остеотомии до способов фиксации фрагментов, включая остеосинтез [17–29], сформулированы основные хирургические подходы, применяемые в современной практике [30, 31].

В последние десятилетия особое внимание уделялось более точному предоперационному планированию [32, 33, 34] и более качественной послеоперационной реабилитации для повышения качества жизни пациента [35].

Важным направлением последних лет стало использование физиотерапевтических и нейромодуляционных методов, в частности чрескожной электронейростимуляции, эффективность которых активно изучается [36, 37, 38, 39, 40, 41]. Однако большинство работ носят экспериментальный характер и не всегда подтверждены объективными методами оценки мышечной функции.

Несмотря на накопленный опыт, остаются недостаточно изученными вопросы стандартизации алгоритмов применения нейростимуляции и объективной оценки её влияния на восстановление биоэлектрической активности жевательной мускулатуры. Эти аспекты легли в основу настоящего исследования.

Цель и задачи исследования

Цель исследования – обоснование применения динамической электронейростимуляции для повышения эффективности реабилитации пациентов с аномалиями развития челюстей.

Задачи исследования:

1. Исследовать биоэлектрический потенциал жевательной и височной мышцы у здоровых добровольцев (группа сравнения) на основе данных ЭМГ.
2. Изучить биоэлектрическую активность жевательной группы мышц у пациентов с зубочелюстными аномалиями (II-й и III-й классы по классификации

Энгля, скелетный тип) после ортодонтической подготовки, и провести сравнительный анализ со среднестатистической нормой.

3. Оценить биоэлектрический потенциал жевательной группы мышц у пациентов основной и контрольной группы до операции и в послеоперационном периоде (1 мес, 3 мес, 6 мес) и провести сравнение с нормой.

4. Изучить влияние ДЭНС-терапии на динамику электрофизиологических показателей жевательной группы мышц по данным ЭМГ.

5. Разработать и внедрить в клиническую практику алгоритм ДЭНС-терапии и методику оценки её эффективности в составе комплексной реабилитации пациентов после ортогнатических операций.

Научная новизна

1. Впервые выполнено комплексное исследование функционального состояния жевательных и височных мышц у пациентов с зубочелюстными деформациями II и III скелетных классов на различных этапах ортогнатического лечения с использованием поверхностной электромиографии, что позволило выявить характерные паттерны перестройки биоэлектрической активности мышц на фоне хирургической коррекции и сопоставить их с нормой по данным контрольной группы здоровых добровольцев.

2. Установлены особенности раннего послеоперационного периода, заключающиеся в выраженных транзиторных изменениях амплитудно-частотных характеристик ЭМГ жевательной группы мышц, отражающих дискоординацию биоэлектрических импульсов и последующую их адаптацию к новым межокклюзионным взаимоотношениям, формируемым в результате ортогнатической операции.

3. Впервые апробирован протокол динамической электростимуляции (ДЭНС) у пациентов с использованием аппарата ДЭНАС-ПКМ, что позволило оценить его влияние на интенсивность болевого синдрома, электромиографические

показатели и субъективные характеристики качества жизни на разных этапах реабилитационного процесса у пациентов, проходящих ортогнатическое лечение.

4. Обоснована целесообразность применения комплексного подхода к восстановлению функциональной активности жевательной мускулатуры, предполагающего включение как предоперационного 14-дневного курса ДЭНС, так и курсов стимуляции в раннем послеоперационном периоде, что продемонстрировало положительное влияние на показатели подвижности нижней челюсти, динамику болевого синдрома и электромиографических характеристик в течение первых шести месяцев наблюдения.

Методология и методы исследования

В диссертационном исследовании использован комплекс клинических, инструментальных, электрофизиологических и статистических методов, направленных на оценку эффективности применения динамической электростимуляции (ДЭНС) в составе комплексной реабилитации пациентов с аномалиями развития челюстей. В исследование были включены 85 пациентов с зубочелюстными аномалиями II и III скелетных классов, которым проводилось комплексное ортодонтно-хирургическое лечение и последующая функциональная реабилитация. В качестве группы сравнения привлекались 30 здоровых добровольцев без патологии прикуса, что позволило сопоставить показатели биоэлектрической активности жевательной мускулатуры в норме и при патологии.

Оценка состояния пациентов проводилась в разные сроки после ортогнатических операций. Исследовались показатели биоэлектрической активности жевательной группы мышц методом поверхностной электромиографии, параметры экскурсии нижней челюсти, выраженность болевого синдрома по визуальной аналоговой шкале (ВАШ) и качество жизни по опроснику OHIP-14-RU. Эффективность применения ДЭНС оценивалась по совокупности клинических, электромиографических и функциональных показателей в динамике. Полученные данные были систематизированы и

подвергнуты статистической обработке с использованием программ Microsoft Office Excel и SPSS Statistics, уровень значимости принят равным $p < 0,05$.

Проведенное исследование одобрено Локальным этическим Комитетом ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) – выписка из протокола №09-23 очередного заседания ЛЭК от 18.05.2023.

Теоретическая и практическая значимость работы

Проведенные клинические и функциональные исследования пациентов с аномалиями развития челюстей позволили прогнозировать функциональные изменения жевательной группы мышц при проведении ортогнатических операций. В рамках проведенного исследования проведена оценка эффективности применения разработанного алгоритма ДЭНС для реабилитации таких пациентов на основании как субъективных методов оценки состояния (шкалы ОНП-14, ВАШ), так и на основании объективных методов исследования (величина экскурсии нижней челюсти и показателей поверхностной ЭМГ).

Внедрение результатов работы

Результаты диссертационного исследования и основные рекомендации внедрены в практическую деятельность и используются в учебном процессе на кафедре челюстно-лицевой хирургии имени академика Н.Н. Бажанова Института стоматологии им. Е.В. Боровского.

Степень достоверности и апробация результатов

Достоверность проведенного исследования подтверждают данные функциональных и клинических исследований на современном оборудовании с

использованием не только соответствующего программного обеспечения, но и современных методов статистической обработки данных.

Основные положения работы доложены и обсуждены на следующих конференциях:

- III Всероссийский съезд общества специалистов в области челюстно-лицевой хирургии с международным участием, г. Санкт-Петербург, 24-25 мая 2024года.

Апробация диссертационной работы проведена на заседании кафедры челюстно-лицевой хирургии имени академика Н.Н. Бажанова Института стоматологии имени Е.В. Боровского ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) (г. Москва, 12.09.2025 г., протокол № 12).

Личный вклад автора

Автор лично участвовал в планировании, постановке цели и задач исследования, подбирал и анализировал литературу, принимал непосредственное участие в обследовании, лечении и реабилитации пациентов с аномалиями развития челюстно-лицевой области. Автор разработал схему и провел клинические и функциональные исследования, которые позволили разработать рекомендации по реабилитации пациентов, проходящих комплексное ортодонтхирургическое лечение. Автором самостоятельно проведена статистическая обработка полученных результатов исследования с использованием компьютерных программ. Автором сделаны выводы и разработаны практические рекомендации, которые позволили внедрить методику в клиническую и образовательную деятельность.

Положения, выносимые на защиту

1. Для пациентов с различными видами зубочелюстных деформаций характерно изменение амплитудно-частотных характеристик биоэлектрической активности жевательной и височной мышц, проявляющееся дисбалансом их функциональной активности, наиболее выраженным в ранние сроки после ортогнатической хирургии и постепенно нормализующимся в процессе реабилитации.

2. Анализ биоэлектрической активности жевательной и височной мышц с использованием поверхностной электромиографии является объективным инструментом для оценки динамики восстановления нейромышечного баланса и может применяться для мониторинга эффективности комплексной реабилитации после ортогнатической операции.

3. У пациентов с сочетанными деформациями челюстей снижение биоэлектрической активности жевательных мышц в раннем послеоперационном периоде и последующее частичное восстановление амплитудно-частотных характеристик отражают компенсаторно-приспособительные механизмы и функциональную адаптацию жевательной мускулатуры к новым межокклюзионным условиям.

4. Применение динамической электростимуляции (ДЭС) в предоперационном и послеоперационном периодах способствует более быстрому восстановлению функционального состояния жевательной мускулатуры, что подтверждается объективными и субъективными критериями.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Научные положения диссертации соответствует паспорту научной специальности 3.1.2. Челюстно-лицевая хирургия пункту 1 направлений исследований «Изучение этиологии, патогенеза, эпидемиологии, методов

диагностики, лечения и реабилитации пациентов с врожденными и приобретенными аномалиями, дефектами краниофациальной области».

Публикации по теме диссертации

По результатам исследования автором опубликовано 5 работ, в том числе 3 научные статьи в журналах, индексируемых Scopus, 2 публикации в сборниках материалов всероссийских научных конференций.

Структура и объем диссертации

Диссертационное исследование изложено на 158 страницах машинописного текста, состоит из введения, 4 глав, выводов, практических рекомендаций, списка литературы и приложения. Работа иллюстрирована 15 таблицами, 24 рисунками. Список литературы содержит 179 источников, из них 40 отечественных и 139 зарубежных.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 История развития ортогнатической хирургии

Развитие ортогнатической хирургии как одного из ключевых направлений челюстно-лицевой хирургии представляет собой результат длительного исторического процесса, связанного с накоплением клинического опыта, совершенствованием хирургической техники и развитием смежных областей медицины – таких как анестезиология, рентгенология, ортодонтия и материаловедение. Данное направление, целью которого является коррекция врождённых и приобретённых деформаций челюстно-лицевого скелета, на сегодняшний день представляет собой высокотехнологичную дисциплину, базирующуюся на междисциплинарном подходе и применении цифровых технологий.

Исторические предпосылки формирования ортогнатической хирургии уходят вглубь веков. Уже в трудах Гиппократ (460–370 гг. до н.э.) можно найти описания лечения травматических повреждений челюстей с применением повязок, шин и других иммобилизирующих средств [42]. Эти методы, основанные на стабилизации отломков без хирургического вмешательства, стали прообразом консервативного подхода к лечению лицевых травм и аномалий. В трудах Цельса и Галена также содержатся указания на лечение переломов челюстей, что свидетельствует о наличии базовых представлений о восстановлении анатомии лицевого скелета ещё в римский период [43].

Существенным ограничением в развитии хирургии челюстей в античные и средние века являлось отсутствие анестезии, асептики и адекватной диагностики. Большинство вмешательств сводилось к устранению последствий травм, инфекций и врождённых дефектов без точного понимания анатомических и биомеханических закономерностей. Основоположник современной стоматологии Пьер Фошар уже в начале XVIII века описывал методы фиксации зубов с помощью дугообразных шин

и применения искусственных зубов для восстановления дефектов зубного ряда и прикуса [44].

Нижняя челюсть является опорой для жевательных и височных мышц, играет ключевую роль в обеспечении жевания, артикуляции и формировании лицевой эстетики. В литературе подчёркивается, что её утрата или выраженные деформации приводят к тяжёлым функциональным и эстетическим нарушениям, требующим комплексной хирургической и функциональной реабилитации [45]. Значительный прогресс в области челюстно-лицевой хирургии произошёл в XIX веке. Именно тогда была зафиксирована одна из первых успешных остеотомий нижней челюсти. В 1849 году американский хирург Саймон Халлиген (Simon Hüllihen), которого многие исследователи считают одним из пионеров ортогнатической хирургии, провёл остеотомию в области мышцелкового отростка нижней челюсти у пациента с выраженной деформацией [46]. В своей публикации Халлиген описал технику разреза, перемещения фрагмента и фиксации, что стало прообразом последующих вмешательств в этой анатомической зоне. Его работа продемонстрировала возможность намеренного изменения положения костей лицевого скелета с функциональной и эстетической целью [47].

Халлиген также подчёркивал важность послеоперационной стабилизации, что предвосхитило позднее внедрение шин для межчелюстной фиксации и остеосинтеза. Хотя техника Халлигена не получила широкого распространения в своё время, она стала знаковым событием, ознаменовавшим переход от реконструктивной хирургии к функционально-эстетической коррекции челюстно-лицевых деформаций [48].

Значительный вклад в развитие остеотомических методик внёс немецкий хирург Йоханн Фридрих Диффенбах (Johann Friedrich Dieffenbach), известный как один из основоположников пластической хирургии. Он не только проводил операции на костях лицевого скелета, но и ввёл использование направляющих устройств – шин и капп, что обеспечивало более точное позиционирование фрагментов [49, 50].

С начала XX века наблюдается систематизация методов коррекции деформаций. Особое значение для формирования ортогнатической хирургии имели работы американского хирурга Вилрей Блэр (Wilray Blair) и его коллег, которые в 1927 году предложили комплексный подход к лечению деформаций лица и челюстей. Они впервые систематизировали принципы комбинированного ортодонтического и хирургического лечения, отметив необходимость предварительной подготовки прикуса перед выполнением остеотомий [51]. Такой подход позволял достичь более стабильных и предсказуемых результатов, что положило начало активному взаимодействию между челюстно-лицевыми хирургами и ортодонтами [52].

Важнейшим этапом в развитии современной ортогнатической хирургии стала работа Хуго Обвегезера (Hugo Obwegeser), австрийского хирурга, который в 1957 году описал методику билатеральной сагиттальной остеотомии ветви нижней челюсти (Bilateral Sagittal Split Osteotomy, BSSO) [17]. Эта техника стала революционной, поскольку позволила перемещать дистальный фрагмент челюсти в трёхмерном пространстве, сохраняя при этом контакт костных поверхностей и обеспечивая стабильность благодаря широкому контакту остеотомированных участков [18].

Методика BSSO быстро получила признание в международной практике и до настоящего времени остаётся «золотым стандартом» коррекции как ретрогнатии, так и прогнатии нижней челюсти [19]. Обвегезер также подчёркивал важность точного предоперационного планирования и междисциплинарного подхода, включая ортодонтическую подготовку и последующее сопровождение пациента [20].

Таким образом, уже к середине XX века сложились основы современной ортогнатической хирургии – наличие эффективных и воспроизводимых остеотомических техник, систематизация показаний к операциям, внедрение предоперационной диагностики и ортодонтической коррекции, а также акцент на функционально-эстетический результат. Эти достижения стали фундаментом для дальнейшего технологического и методологического прогресса в данной области.

Существенный вклад в развитие остеотомических методик нижней челюсти после работ Обвегезера внесли многочисленные последователи, усовершенствовавшие технику билатеральной сагиттальной остеотомии ветви нижней челюсти (BSSO) с целью повышения точности вмешательства, минимизации травматизации и улучшения стабильности фрагментов.

Одним из первых значимых шагов в этом направлении стала модификация, предложенная Даль Понт (Dal Pont) в 1961 году. Он изменил линию остеотомии, проведя её более горизонтально в кортикальной пластинке тела нижней челюсти, что позволило увеличить площадь костного контакта между проксимальным и дистальным фрагментами, а также упростить их позиционирование [21]. Данная модификация получила широкое распространение благодаря своей относительной простоте и улучшенной механике фиксации.

В 1968 году Эрл Хансак (Earl Hunsuck) предложил модификацию техники BSSO, заключающуюся в изменении направления и протяжённости медиального распила. Предложенный им укороченный разрез позволял уменьшить объём костного препарирования в ретромолярной области и сделал методику менее травматичной по сравнению с предыдущими подходами [22]. Хансак акцентировал внимание на необходимости точного соблюдения анатомических ориентиров при выполнении остеотомии для обеспечения безопасности процедуры.

Дальнейшее развитие методики BSSO произошло благодаря работам Джозефа Эпкера (Joseph G. Epker) [23], который в 1977 году предложил модификацию, улучшившую визуализацию и контроль за положением фрагментов. Он рекомендовал использовать более высокую линию остеотомии с расширением доступа, что обеспечивало лучший обзор хирургического поля и снижало риск возникновения переломов в непредсказуемых направлениях. Кроме того, Эпкер разработал технику, предусматривающую полный латеральный распил наружной (буккальной) кортикальной пластинки до нижнего края ветви нижней челюсти, что обеспечивало ровные поверхности разделения, улучшало сопоставление сегментов и способствовало их стабильной фиксации [24].

Особое внимание в 1970–1980-х годах уделялось анатомическим и физиологическим исследованиям нижней челюсти. В этом контексте нельзя не отметить вклад Уильяма Х. Белла (William H. Bell), который на основании серии экспериментальных работ продемонстрировал жизнеспособность костных фрагментов при различных вариантах остеотомий, в том числе при выполнении передней остеотомии (гениопластика) и BSSO [25]. Его исследования сосудистого снабжения нижней челюсти доказали возможность сохранения адекватной васкуляризации при соблюдении определённых условий хирургической техники, что стало теоретическим обоснованием для клинического использования новых методик [26].

Белл также разработал технику горизонтальной остеотомии подбородка – так называемую подбородочную остеотомию, которая применяется для коррекции вертикальных и сагиттальных нарушений положения подбородка [27]. Эта методика позволяет достичь не только функциональных, но и эстетических улучшений, особенно при устранении микрогении и асимметрий подбородочной области.

Не менее значимым был вклад Карлхайнца Шписселя (Karlheinz Spiessl), который в 1970–1980-х годах активно работал над усовершенствованием фиксационных систем. Он внедрил в клиническую практику использование титановых мини-пластин и винтов, что позволило отказаться от длительной межчелюстной фиксации и значительно ускорить послеоперационное восстановление [28, 53]. Также Шписсель предложил различные варианты стабильного остеосинтеза при остеотомии нижней челюсти, включая угловые пластины и минипластины с компрессионным эффектом [29]. Минипластины обеспечивали стабильность фрагментов и позволяли выполнять более точные трёхмерные перемещения челюсти.

Важным этапом в развитии техники BSSO стали исследования Роберта Бёкмманна (Robert Böckmann), который предложил модификации линии остеотомии и формы распилов для оптимизации распределения жевательной нагрузки и минимизации риска смещения фрагментов [54]. Эти модификации оказались

особенно актуальными при лечении пациентов с выраженными асимметриями и при значительном перемещении фрагментов в трёх плоскостях.

На современном этапе значительный вклад в развитие остеотомии нижней челюсти внес Дэвид Волфорд (David L. Wolford), чьи работы касаются не только усовершенствования техник остеотомии, но и лечения пациентов с дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава, деформациями при синдроме кондиллярной гиперплазии и другими сложными патологиями. Волфорд разработал комбинированные методы лечения, сочетающие BSSO с реконструктивными вмешательствами и операциями на ВНЧС, а также внедрил в клиническую практику концепцию персонализированного подхода с использованием CAD/CAM-технологий и виртуального хирургического планирования [55].

Таким образом, исследования и разработки ведущих специалистов в области челюстно-лицевой хирургии, предложивших различные модификации методик остеотомии нижней челюсти, заложили основу современной ортогнатической хирургии и обеспечили её развитие как высокоточной и прогнозируемой дисциплины. Модификации линии остеотомии, фиксационные методы, а также анатомо-физиологические исследования сосудистого снабжения нижней челюсти стали основой для современных протоколов хирургического лечения пациентов с деформациями нижней челюсти.

История развития остеотомии верхней челюсти тесно связана с общими тенденциями эволюции челюстно-лицевой хирургии и представляет собой последовательность этапов, направленных на повышение точности, безопасности и функциональности вмешательств. Первые попытки хирургического перемещения верхней челюсти предпринимались ещё в конце XIX – начале XX века. Однако до середины XX века такие операции были крайне редкими, во многом из-за трудностей, связанных с кровоснабжением и фиксацией отломков.

Одним из первых задокументированных случаев остеотомии верхней челюсти была операция, проведённая хирургом Бернхард Лангенбек (Bernhard von Langenbeck) в 1859 году при лечении опухолевого поражения верхнечелюстной области. Он использовал остеотомию по линии будущего Le Fort I, с последующим

резекционным удалением поражённого участка [56]. Несмотря на то, что целью вмешательства не являлась ортогнатическая коррекция, операция Лангенбека положила начало анатомическим исследованиям по методам остеотомии верхней челюсти.

Существенным прорывом стала работа Вольфганга Вассмунда (Wolfgang Wassmund) в 1927 году, который впервые описал методику плановой остеотомии верхней челюсти с последующей её мобилизацией и репозиционированием [57]. Вассмунд применил двухэтапную методику, включающую сначала предоперационную подготовку с использованием направляющих шин, а затем собственно остеотомию с фиксацией челюсти в новом положении. Это стало важным шагом к планомерному хирургическому лечению патологий прикуса и челюстных деформаций.

Наиболее значимый вклад в формализацию методики остеотомии верхней челюсти внёс Обвегезер. В 1969 году он предложил технику Le Fort I остеотомии, основанную на анатомической классификации переломов лицевого скелета, предложенной Рене Лефор (René Le Fort) в 1901 году [58]. Методика Обвегезера заключалась в остеотомии верхней челюсти по линии Le Fort I с последующим её трёхмерным перемещением. Это вмешательство позволило устранять широкий спектр деформаций – от вертикальной макрогнатии до гипоплазии верхней челюсти и открытого прикуса.

Обвегезер также подчеркнул необходимость точного предоперационного планирования и междисциплинарного взаимодействия между хирургами и ортодонтами, что стало краеугольным камнем современного подхода к лечению скелетных деформаций [59]. Он применял интраоральный доступ, что снижало травматичность и улучшало послеоперационный результат, а также впервые использовал остеосинтез в виде проволочной фиксации челюстных фрагментов.

В последующем методика остеотомия по Ле Фор I получила многочисленные модификации. Так, Белл и Профит (William R. Proffit) в 1970-х годах провели серию анатомо-физиологических исследований, доказав сохранение кровоснабжения верхнечелюстного сегмента при полной мобилизации, что окончательно

подтвердило безопасность методики [60]. Они также разработали систему предоперационного анализа моделей челюстей и рентгенологических данных, внедрив концепцию хирургической ортодонтии как единой системы подготовки пациента.

Параллельно развивались техники Le Fort II и Le Fort III, которые применяются преимущественно при лечении тяжёлых врождённых деформаций и краниофациальных синдромов. Эти методики были подробно описаны Полем Тессье (Paul Tessier) в 1971 году в рамках предложенной им классификации краниофациальных расщелин [61]. Тессье определил анатомические зоны резекции и направления доступа при остеотомии средней зоны лица, что стало основой хирургии лицевых дисплазий, таких как синдромы Аперта, Крузона и другие.

Таким образом, развитие остеотомии верхней челюсти прошло путь от единичных вмешательств с высоким риском осложнений до стандартизированных, высокотехнологичных процедур с предсказуемыми функциональными и эстетическими результатами. Современные методы основаны на глубоких анатомических исследованиях, тщательном планировании и широком применении междисциплинарного подхода.

1.2 Современный взгляд на лечение пациентов со скелетными аномалиями

Ортогнатическое лечение пациентов со скелетными аномалиями челюстно-лицевой области представляет собой многоэтапный процесс, который состоит из трех ключевых этапов.

I. Ортодонтическая подготовка. На данном этапе проводится нормализация угловых и осевых параметров зубов верхней и нижней челюсти и подготовка зубных рядов к точному позиционированию челюстей. Задача ортодонта – создать «нейтральное» положение зубов внутри каждой челюсти, не маскирующее скелетную деформацию. Этот этап может длиться от 6 до 18 месяцев, в зависимости от сложности случая и выбранной методики лечения [62].

II. Хирургическая коррекция. После завершения ортодонтической подготовки проводится хирургическое вмешательство, направленное на коррекцию положения челюстей для восстановления гармонии лицевых структур и нормализации окклюзии. Наиболее часто выполняются комбинированные вмешательства на верхней и нижней челюсти – остеотомия верхней челюсти по типу Le Fort I и билатеральная сагиттальная остеотомия ветвей нижней челюсти (BSSO). При необходимости коррекции положения подбородочного отдела нижней челюсти проводится гениопластика [63, 64].

III. Послеоперационная ортодонтическая коррекция. Заключительный этап включает в себя коррекцию окклюзионных контактов, устранение возможных незначительных отклонений и стабилизацию результата. Этот этап может длиться от нескольких месяцев до года, в зависимости от индивидуальных особенностей пациента и сложности случая [65].

Альтернативным подходом является методика «Surgery First», при которой хирургическое вмешательство проводится до ортодонтической подготовки. Этот подход позволяет сократить общее время лечения и улучшить эстетические результаты на ранних этапах, однако требует тщательного планирования и координации между специалистами [66].

В отдельных случаях, при выраженных трансверзальных аномалиях в рамках протокола комплексного лечения на этапе до ортодонтической подготовки непосредственно к ортогнатической операции может потребоваться проведение дистракционного остеогенеза с установкой дистрактора на верхнюю и/или нижнюю челюсть, что позволяет обеспечить постепенное перемещение костных фрагментов [67, 68].

Современное лечение пациентов со скелетными деформациями челюстно-лицевой области требует тесного взаимодействия специалистов разных направлений: челюстно-лицевого хирурга, ортодонта, стоматолога-ортопеда, физиотерапевта, логопеда. Междисциплинарный подход обеспечивает комплексное решение функциональных и эстетических задач, повышая эффективность лечения и удовлетворённость пациентов [30].

В ортогнатическом лечении ключевым аспектом является достижение гармонии между скелетными структурами и мягкими тканями лица. Для систематизации этого процесса Г. Уильям Арнетт (G. William Arnett) [32] предложил концепцию семи параметров, направленную на обеспечение функционального и эстетического баланса.

Семь параметров по Арнетту:

1. Наклон верхних резцов: Оптимальный торк верхних резцов составляет $57-58^\circ$, что обеспечивает адекватную поддержку верхней губы и эстетичную линию улыбки.

2. Наклон нижних резцов: Рекомендуемый торк нижних резцов – около 64° , способствующий стабильной окклюзии и гармоничному профилю нижней трети лица.

3. Вертикальное положение верхних резцов: Идеальное положение – 3–5 мм экспозиции резцов при расслабленном положении губ, что обеспечивает естественную эстетику улыбки.

4. Глубина резцового перекрытия: Оптимальная глубина составляет около 3 мм, обеспечивая функциональную эффективность прикуса и предотвращая чрезмерное давление на пародонт.

5. Наклон окклюзионной плоскости к истинной вертикали (TVL): Рекомендуемый угол составляет $93-97^\circ$, что способствует сбалансированному распределению жевательной нагрузки и эстетичному профилю лица.

6. Ротация нижней челюсти: Корректная ротация необходима для достижения вертикального и горизонтального баланса лица, особенно в случаях с вертикальными диспропорциями.

7. Положение подбородка: Перемещение подбородка на 2–3,5 мм к TVL способствует достижению гармоничного профиля нижней трети лица и улучшению общей эстетики.

Эти параметры служат основой для планирования ортогнатических операций, позволяя достичь предсказуемых и стабильных результатов как в функциональном, так и в эстетическом аспектах.

Современный этап развития ортогнатической хирургии характеризуется активным внедрением цифровых технологий, направленных на повышение точности, предсказуемости и безопасности лечебных мероприятий. Одним из ключевых достижений последних лет является использование виртуального хирургического планирования (Virtual Surgical Planning, VSP), позволяющего на основе трёхмерных данных пациента моделировать ход операции и определить оптимальное положение челюстей. Согласно данным систематического обзора Бхатта М.А. (Bhatt M.A.) и соавт. (2025), применение VSP способствует повышению точности позиционирования и сокращению продолжительности операций [33].

Комплексный цифровой протокол ортогнатического лечения включает технологии CAD/CAM (Computer-Aided Design / Computer-Aided Manufacturing), обеспечивающие проектирование и изготовление индивидуальных хирургических шаблонов и фиксационных конструкций. Данные технологии позволяют с высокой точностью реализовать предоперационный план в условиях операционной, минимизируя риски неточного позиционирования челюстей [69].

Дополнительную точность при выполнении вмешательств обеспечивает интраоперационная навигация, позволяющая отслеживать положение хирургических инструментов относительно анатомических структур пациента в режиме реального времени. Исследование Бэнэреску М. (Bănărescu M.) (2025) продемонстрировало, что эффективность навигационной хирургии сопоставима с традиционными методами, при этом обеспечивая преимущества в виде визуального контроля и минимальной травматизации [70]. Комбинированное использование CAD/CAM и навигационных протоколов, как показано в работе Шрадера Ф. (Schrader F.) и соавт. (2025), улучшает контроль над позиционированием верхней челюсти [69].

По данным ряда авторов, интеграция VSP, CAD/CAM и навигации в единую цифровую цепочку позволяет повысить эффективность всех этапов ортогнатического лечения и обеспечить стабильность достигнутого результата [34, 71].

Особый интерес представляет оригинальная методика, разработанная С.Ю. Ивановым и соавт., предполагающая отказ от использования традиционных прикусных шаблонов [31]. Позиционирование челюстей в данном протоколе осуществляется на основе анатомических ориентиров (Na, A, B) в трёхмерном пространстве. Это позволяет снизить время оперативного вмешательства, упростить подготовительный этап и обеспечить надёжность результатов. В клинических наблюдениях отмечены высокая стабильность и удовлетворительные эстетические характеристики полученных результатов.

Таким образом, внедрение цифровых решений и развитие новых отечественных и международных протоколов формируют основу современного ортогнатического лечения, ориентированного на персонализированный подход и достижение функциональной и эстетической стабильности.

1.3 Оценка субъективного состояния пациентов со скелетными формами аномалий челюстей

1.3.1 Оценка качества жизни пациентов со скелетными формами аномалий челюстей

Оценка качества жизни у пациентов с челюстно-лицевыми аномалиями является важной частью комплексной диагностики и реабилитации после ортогнатических вмешательств. В мировой практике применяются разные стандартизированные опросники, позволяющие количественно оценить влияние патологии и лечения на психоэмоциональное и функциональное состояние пациента.

Наиболее часто используемыми шкалами являются:

1. Oral Health Impact Profile (OHIP-49 и OHIP-14) – опросники, валидированные в ряде стран, в том числе и в России. Они предназначены для оценки влияния состояния здоровья полости рта на повседневную жизнь. OHIP-14 представляет собой сокращённую версию полной шкалы OHIP-49 и включает 14

вопросов, сгруппированных по семи категориям, включая физическую боль, психологический дискомфорт и социальные ограничения [72, 73];

2. Orthognathic Quality of Life Questionnaire (OQLQ) – специализированный опросник для пациентов с челюстно-лицевыми аномалиями, проходящих ортогнатическое лечение. Однако русскоязычная версия шкалы не прошла официальной валидации, что ограничивает её применение в отечественной практике [74];

3. Short Form Health Survey (SF-36) – универсальный опросник, предназначенный для оценки общего физического и психоэмоционального состояния пациента. Однако вследствие недостаточной специфичности в отношении челюстно-лицевой области данный опросник применяется значительно реже [75].

С учётом вышеизложенного, в клинической практике на территории Российской Федерации основными шкалами оценки качества жизни пациентов с аномалиями челюстей остаются валидированные опросники ОНПР-14 и ОНПР-49.

Согласно данным Корсо П.Ф. (Corso P.F.) и соавт. (2016) [76], до проведения ортогнатических вмешательств пациенты с челюстно-лицевыми аномалиями демонстрируют достоверно более низкие показатели качества жизни по шкале ОНПР-14 по сравнению с контрольной группой. Аналогичные результаты представлены Килинч А. (Kilinc A.) и Эрташ У. (Ertas U.) (2015) [77], которые показали, что у пациентов с III классом по Энгляю наблюдается значительное снижение субъективной оценки функционального состояния и эстетического восприятия [78]. В исследовании Сун Х. (Sun H.) и соавт. (2018) [79] было подтверждено, что низкие исходные показатели связаны не только с выраженными эстетическими недостатками, но и с функциональными нарушениями – затруднённым жеванием, речью, дыханием, а также неблагоприятным влиянием патологии на психоэмоциональное состояние и социальную адаптацию.

По результатам исследования Чхоя В.С. (Choi W.S.) и соавт. (2010) [80], в раннем послеоперационном периоде, охватывающем сроки от одного дня до четырёх недель, фиксируется выраженное снижение показателей качества жизни по

сравнению с дооперационными значениями. Авторы связывают это с выраженным болевым синдромом, отёчностью мягких тканей, ограничением амплитуды открывания рта и снижением эффективности жевательной функции.

Бахеримогаддам Т. (Baherimoghaddam T.) и соавт. (2016) [81] показали, что начиная с четвёртой недели и в течение последующих шести месяцев после операции показатели качества жизни постепенно восстанавливаются и достигают значений, превышающих исходные.

Долгосрочные результаты были проанализированы Туком Й.Г. (Tuk J.G.) и соавт. (2021) [82], которые изучили динамику показателей ОНП-14 в сроках один год и более после ортогнатического вмешательства. Авторы отметили устойчивое улучшение большинства категорий анкеты, за исключением показателя, связанного с полной утратой функции, что объясняется исходно низкой оценкой этого параметра пациентами.

Сравнительный анализ, проведённый Силвой И. (Silva I.) и соавт. (2016) [83], а также Гёльцером Й. (Göelzer J.) и соавт. (2014) [35], показал отсутствие статистически значимых различий в показателях ОНП-14 между мужчинами и женщинами, а также между различными видами хирургических вмешательств, включая одночелюстные и двухчелюстные операции, с гениопластикой или без неё.

В то же время Рустемайер Й. (Rustemeyer J.) и Леман А. (Lehmann A.) (2013) [84] сообщают о более выраженном улучшении качества жизни у женщин, перенёвших билатеральную остеотомию в сочетании с редуционной гениопластикой. Эти результаты согласуются с данными Антуна Ж.С. (Antoun J.S.) и соавт. (2017) [85], которые выявили, что пациенты с III классом по Энгло демонстрируют более выраженную положительную динамику показателей качества жизни после ортогнатического лечения. Долгосрочное исследование Мотеги Э. (Motegi E.) и соавт. (2003) [86] показало, что положительные изменения сохраняются как минимум на протяжении пяти лет после проведённого вмешательства и сопровождаются значительным улучшением психосоциальной адаптации пациентов.

Таким образом, согласно данным многочисленных исследований, несмотря на временное ухудшение показателей качества жизни в раннем послеоперационном периоде, ортогнатическая хирургия оказывает выраженное положительное влияние на функциональное состояние, психоэмоциональное благополучие и социальную адаптацию пациентов. Это подтверждается стабильным улучшением показателей ОНПР-14 в отдалённые сроки наблюдения.

1.3.2 Динамика уровня болевого синдрома по визуальной аналоговой шкале у пациентов в послеоперационном периоде по данным литературы

Боль является одним из основных компонентов послеоперационного дискомфорта у пациентов, перенёвших ортогнатическую операцию. Её интенсивность оказывает значительное влияние на общее самочувствие, психологическое состояние и качество жизни в раннем восстановительном периоде. Для количественной оценки болевого синдрома используется визуальная аналоговая шкала (ВАШ), на которой пациент самостоятельно оценивает уровень боли в диапазоне от 0 до 10 баллов, где 0 – отсутствие боли, а 10 – максимально выраженные ощущения.

Согласно исследованию Тука Й.Г. (Tuk J.G.) и соавт. (2021), максимальная интенсивность боли наблюдается на первые сутки после вмешательства, со средними значениями ВАШ около 5,5–6,0 баллов. Уже к пятому–шестому дню после операции происходит достоверное снижение болевых ощущений, а к четвёртой неделе значения ВАШ у большинства пациентов снижаются до менее 1,0 балла [82].

В исследовании Агбадже О. (Agbaје O.) и соавт. (2018) показано, что у 17,8% пациентов болевые ощущения могут сохраняться до одного года после операции, что может свидетельствовать о риске перехода острого болевого синдрома в хронический [87].

Результаты крупного многоцентрового исследования, проведённого Ким С. (Kim S.) и соавт. (2024), подтвердили высокую вариабельность болевой

чувствительности среди пациентов. На основании анализа динамики ВАШ в течение первых 36 часов после вмешательства были выделены три траектории болевого ответа. Пациенты после ортогнатических операций преимущественно относились к группе со стартовым уровнем боли около 5,9 баллов с последующим снижением до 3,0 к концу первых суток [88].

Дополнительные данные представлены в исследовании Синагавы Х. (Shinagawa H.) и соавт. (2015), в котором было установлено, что ряд клинических факторов может ассоциироваться с различной степенью выраженности болевого синдрома. К ним отнесены: тип анестезии, пол пациента и объём вмешательства. В частности, мужчины, пациенты, перенёсшие операцию на одной челюсти и находившиеся под ингаляционной анестезией, чаще сообщали о более высоком уровне боли в послеоперационном периоде [89].

Анализ отечественного исследования Черкесова И.В. и Коршунова В.В. (2024), также основанного на данных ВАШ, демонстрирует аналогичную тенденцию: максимум болевых ощущений отмечается на первые сутки после операции, с последующим устойчивым снижением к 7 дню и практически полным купированием боли к 3–4 неделе [90].

1.4 Биомеханические изменения, вызванные изменением пространственного положения челюстей у пациентов после ортогнатических операций

Ортогнатические операции неизбежно сопровождаются изменениями не только в костной архитектуре челюстей, но и в работе всей жевательной системы. После хирургического вмешательства пациенты проходят через ряд анатомических, функциональных и биомеханических адаптаций, которые затрагивают как мышцы, так и височно-нижнечелюстной сустав (ВНЧС). Важно учитывать, что краниомандибулярные нарушения могут оказывать влияние не только на жевательную мускулатуру и ВНЧС, но и на структуры краниоцервикального перехода, что подтверждается исследованиями, выявившими

связь между гетеротопической оссификацией задней атланто-окципитальной мембраны и патологией краниоцервикомандибулярного комплекса [91].

Одним из факторов является интраоперационная травма мягких тканей. Отслоение мышц от костных сегментов в зоне остеотомии нарушает их нормальную анатомическую интеграцию, кровоснабжение и иннервацию. Эти изменения могут вызывать временную гипотонию и снижение сократительной способности даже при отсутствии видимой патологии. По данным Вайссхаймера Дж. (Weissheimer J.) и соавт. [13], в раннем послеоперационном периоде наблюдается снижение электромиографической активности жевательной мышцы, особенно в зоне остеотомии. Аналогичные выводы подтверждает Гонсалес М. (González M.) и соавт. [92], подчёркивая, что травматизация мягких тканей во время остеотомии сопровождается изменением амплитуды и паттерна активации мышц.

Вторым важным фактором выступает межчелюстная фиксация (МЧФ), применяющаяся почти у всех пациентов после ортогнатической операции. Период межчелюстной фиксации может длиться от 2 до 6 недель и приводит к вынужденной гипомобильности нижней челюсти. Как следствие, жевательная мускулатура частично утрачивает функциональную нагрузку, что сопровождается её гипотрофией и снижением биоэлектрической активности [93]. Даже после снятия МЧФ восстановление полной амплитуды движений и нормальной мышечной активности требует времени и дополнительных реабилитационных мероприятий.

Не менее значимым фактором является послеоперационная диета. На протяжении 4–6 недель пациенты, как правило, находятся на жидкой или мягкой диете, что снижает необходимость в интенсивной работе жевательных мышц. Это приводит к временной дезадаптации мышечной активности, особенно *m. masseter*, поскольку данная мышца функционально связана с пережёвыванием твёрдой пищи. Тэн Г. (Teng G.) и соавт. [94] показали, что в условиях ограниченного пищевого режима уровень электромиографической активности снижается даже у пациентов без МЧФ.

К этим более очевидным факторам присоединяются структурные и функциональные изменения, связанные с перемещением челюстей. После ортогнатических операций происходит изменение вектора тяги жевательной мускулатуры, особенно при значительном перемещении нижней челюсти. Исследования Трокмортон Г. (Throckmorton G.) и соавт. [95] показали, что хирургическое смещение челюстей изменяет геометрию работы мышц: перемещаются точки прикрепления, сокращается или удлиняется длина рычага, изменяется биомеханическая эффективность мышечных сокращений.

Особенно выражены такие изменения у пациентов с гипердивергентным лицом: по данным Дикера Ф. (Dicker F.) и соавт. [96], у них после выдвижения нижней челюсти наблюдалось уменьшение объёма жевательной мышцы, что интерпретировалось как адаптационный ответ на изменение нагрузки.

Таким образом, изменение пространственного положения челюстей влечёт за собой не только анатомическую перестройку, но и целый комплекс биомеханических сдвигов. Они затрагивают как мышечную силу, так и координацию сокращений, эффективность передачи жевательной нагрузки и работу ВНЧС. Понимание этих процессов необходимо для формирования индивидуальной реабилитационной программы и объективной оценки функционального восстановления после хирургического лечения.

1.5 Методы оценки состояния жевательной группы мышц

Функциональное состояние жевательной мускулатуры играет ключевую роль в обеспечении таких физиологических процессов, как жевание, речь и глотание, а также в стабильности результатов ортогнатического лечения. Оценка состояния жевательных мышц позволяет судить об эффективности проведённой коррекции, выявить признаки функционального дисбаланса и скорректировать реабилитационные мероприятия.

На сегодняшний день для клинической и инструментальной оценки состояния жевательной группы мышц применяются следующие основные методы:

- Оценка подвижности нижней челюсти, включающая измерение амплитуды открывания рта, латеротрузии и протрузии, позволяет выявить ограничения движений, связанные как с суставными, так и с мышечными причинами [8].

- Электрофизиологические методы, в том числе поверхностная электромиография (ЭМГ), используются для изучения активности жевательных и височных мышц как в покое, так и при функциональной нагрузке. Данный метод позволяет оценить степень включения мышц в жевательный акт, их симметрию и координацию [2, 50].

- Измерение силы сжатия челюстей с помощью гнатодинамометров или электронных датчиков отражает функциональное состояние жевательной мускулатуры и может использоваться для оценки динамики её восстановления [9].

- Функциональные жевательные пробы, направленные на количественную оценку эффективности жевания, применяются в клинической практике для оценки равномерности, силы и продолжительности пережёвывания, а также степени измельчения тестовых материалов [10].

- Миотонометрия - это метод объективной количественной оценки механических свойств мышц, таких как тонус, упругость, жёсткость и эластичность. Для измерения этих параметров используется миотонометр,

- Оценки морфологии и состояния жевательной мускулатуры. МРТ позволяет отслеживать адаптацию жевательных мышц через динамику объёма/площади поперечного сечения и характер сигнала: отёк (T2/STIR-гиперинтенсивность) в ранние сроки и возможную жировую инфильтрацию/гипотрофию в отдалённые, что отражает перераспределение нагрузки после операции [96]. КЛКТ/МСКТ позволяет отследить трёхмерную морфологию (объём, площадь поперечного сечения) и плотностные характеристики жевательной группы мышц [97, 98]; УЗ-эластография дополняет функциональную оценку, отражая изменения эластичности жевательной мышцы в динамике лечения [99].

Каждый из перечисленных методов имеет свои преимущества и применяется в зависимости от целей исследования и клинической ситуации. Комплексный

подход, включающий как клиническую, так и инструментальную диагностику, позволяет наиболее точно охарактеризовать функциональное состояние жевательной мускулатуры.

Параметры экскурсии нижней челюсти

Оценка амплитуды движений нижней челюсти является важным элементом диагностики функционального состояния височно-нижнечелюстного сустава и жевательной мускулатуры у пациентов с аномалиями развития челюстей, особенно в динамике после ортогнатических операций. В клинической практике широко используются измерения максимального открывания рта (межрезцовое расстояние при максимально возможной амплитуде вертикального движения), протрузивных (переднезадних) и латеротрузивных (боковых) движений нижней челюсти. Согласно литературным данным, в норме максимальное открывание рта составляет от 40 до 60 мм, протрузия и латеральные движения – в пределах 7–11 мм [100]. В других работах средние значения составляют: $51,1 \pm 6,7$ мм – для вертикального открывания, $8,5 \pm 2,0$ мм – для протрузии и около $9,3 \pm 1,9$ мм – для боковых движений [101]. При этом пол и возраст существенного влияния не оказывают.

В ряде исследований дополнительно учитываются анатомические особенности переднезаднего (сагиттального) и вертикального перекрытия резцов. Так, глубокий прикус может быть ассоциирован с увеличением максимального открывания рта, тогда как обратное резцовое перекрытие – с его ограничением, а также с выраженным снижением боковой и передней подвижности [102, 103]. Учет этих параметров позволяет более объективно интерпретировать клинические данные и сравнивать их в динамике до и после хирургического вмешательства.

Согласно данным литературы, амплитуда открывания рта может варьировать в зависимости от типа скелетной аномалии. В частности, у пациентов с III скелетным классом нередко отмечается ограничение движений нижней челюсти в сагиттальной и фронтальной плоскостях по сравнению с пациентами II класса [103]. Это может быть связано с обратным резцовым перекрытием, которое требует меньшего открывания рта для осуществления функции жевания.

При этом следует учитывать методику измерения: в ряде исследований используется исключительно межрезцовое расстояние без поправки на величину вертикального перекрытия, что может занижать реальные показатели у пациентов с отрицательным резцовым контактом [102]. Riolo и соавт. указывают, что при учете только межрезцового расстояния пациенты с открытым прикусом демонстрируют, парадоксально, большие значения открывания рта, чем пациенты с нормальным положительным перекрытием, поскольку отсутствует необходимость преодолевать вертикальную окклюзию [102].

В то же время в других исследованиях подчеркивается, что обратное перекрытие, характерное для III скелетного класса, ассоциировано с ограничением латеральных и протрузивных движений нижней челюсти [103]. У пациентов со II классом чаще наблюдается увеличенное вертикальное перекрытие резцов, что может увеличивать амплитуду открывания рта при измерении «по резцам», поскольку для достижения функционального разобщения зубов требуется более широкое открывание [102]. Таким образом, различия в величине экскурсии нижней челюсти между пациентами с II и III скелетными классами не всегда однозначны и зависят как от морфологических факторов, так и от используемой методики измерения.

После ортогнатических операций амплитуда открывания рта значительно изменяется, особенно в раннем послеоперационном периоде. В ряде работ показано, что у пациентов с II и III скелетными классами в течение 1–2 недель после операции происходит выраженное снижение амплитуды открывания рта – в среднем на 60–70 % от исходных значений [93]. Это связано с болевым синдромом, отёком мягких тканей, а также применением межчелюстной фиксации, длительность которой, в зависимости от методики, может составлять от 2 до 6 недель.

По данным Бойда Д. (Boyd D.) и соавт. [93], наибольшее ограничение амплитуды открывания рта отмечается у пациентов после выдвижения нижней челюсти (II класс) с последующим наложением межчелюстной фиксации. Даже

через 6 недель после снятия фиксации сохраняется ограничение подвижности, особенно у пациентов, не получавших активной физиотерапии.

В исследовании Тэна Г. (Teng G.) и соавт. [104] установлено, что раннее начало упражнений (с первой недели после снятия фиксации) достоверно увеличивает амплитуду открывания рта к 4-й неделе реабилитации по сравнению с контрольной группой.

К срокам 6–12 месяцев большинство пациентов достигают показателей, сопоставимых с дооперационными (в среднем 45–50 мм), однако у пациентов с выраженным отрицательным резцовым перекрытием остаточные ограничения могут сохраняться и через год после вмешательства [94].

Таким образом, снижение амплитуды открывания рта после ортогнатических операций является ожидаемым явлением, степень и продолжительность которого зависят от объёма вмешательства, применения межчелюстной фиксации и своевременного начала физиотерапевтической реабилитации.

1.6 Исследование биоэлектрической активности жевательной группы мышц с помощью поверхностной электромиографии

Поверхностная электромиография (ЭМГ) является одним из ключевых методов оценки функционального состояния жевательной мускулатуры у пациентов со скелетными формами аномалий челюстей. Она позволяет объективно анализировать амплитуду, частоту и симметрию сокращений мышц как в покое, так и при функциональной нагрузке, что делает её незаменимым инструментом при планировании и оценке результатов ортогнатических операций.

Сравнительные исследования демонстрируют существенные различия в биоэлектрической активности жевательных мышц у пациентов с различными типами скелетных деформаций до проведения хирургического вмешательства. Согласно данным Гонсалеса М. (González M.) и соавт. [92], у пациентов с III скелетным классом исходно регистрируется сниженная амплитуда ЭМГ-сигнала жевательной мышцы (*m. masseter*), что связано с изменением пространственной

ориентации нижней челюсти и неэффективным функционированием мышечных рычагов. Результаты Ко Э.В. (Ko E.W.) и соавт. [105] подтверждают эти выводы: у пациентов с прогнатией нижней челюсти уменьшается площадь окклюзионных контактов и сила прикуса, что приводит к снижению вовлечённости *m. masseter* в процесс жевания.

В то же время, при II скелетном классе, напротив, нередко фиксируется компенсаторная гиперактивность переднего пучка височной мышцы (*m. temporalis*). Это объясняется тем, что при ретроположении нижней челюсти именно *m. temporalis* выполняет стабилизирующую функцию, поддерживая смыкание зубных рядов. Подобные закономерности показаны в исследовании Челакила Д. (Celakil D.) и соавт. [106], где отмечается более высокая исходная активность *m. temporalis* у пациентов с II классом и сниженная – у лиц с III классом. Таким образом, уже на дооперационном этапе характер ЭМГ-активности жевательной и височной мышц несколько различается между группами пациентов, что необходимо учитывать при планировании хирургической коррекции.

Биоэлектрическая активность жевательной мышцы (*m. masseter*)

Согласно данным Гонсалеса М. (González M.) и соавт. [92], у пациентов с III скелетным классом амплитуда ЭМГ-сигнала *m. masseter* снижена в покое и при функциональной нагрузке уже до проведения операции. После ортогнатической коррекции в раннем послеоперационном периоде (первые 3 месяца) отмечается дальнейшее снижение активности мышцы – амплитуда ЭМГ падает примерно на 20–25 % от исходного уровня. Авторы связывают это с хирургической травмой, мобилизацией мышц, отёком, болевым синдромом и снижением функциональной нагрузки на фоне межчелюстной фиксации [93]. Дополнительный вклад в уменьшение активности вносит переход на щадящую диету, которая ограничивает работу мышцы [94].

К шестому месяцу после операции происходит постепенное восстановление активности *m. masseter*, однако её значения всё ещё остаются ниже дооперационных. Эти данные согласуются с результатами Фронджиа Г. (Frongia G.) и соавт. [107], где также показано, что у пациентов с III классом восстановление

биоэлектрической активности жевательной мышцы замедлено и к 6 месяцам не достигает уровня контрольной группы. По наблюдениям Гросси Д. (Grossi D.) и соавт. [108], скорость восстановления зависит от исходных показателей: у пациентов с низкой предоперационной активностью мышцы прирост ЭМГ после операции выражен значительно сильнее, чем у пациентов с нормальными значениями до вмешательства.

Долгосрочные результаты Челакила Д. (Celakil D.) и соавт. [106] показывают, что у пациентов с III скелетным классом амплитуда ЭМГ *m. masseter* может оставаться сниженной даже через 12 месяцев после операции по сравнению с пациентами, имеющими физиологическую окклюзию. Феррарио В.Ф. (Ferrario V.F.) и соавт. [109] дополняют, что у пациентов с односторонними деформациями нередко сохраняется асимметрия активности правой и левой жевательной мышцы, что приводит к нарушению жевательной симметрии и требует индивидуальной коррекции реабилитационных протоколов.

Биоэлектрическая активность височной мышцы (*m. temporalis*)

Анализ ЭМГ-показателей *m. temporalis* демонстрирует более сложную динамику, чем у *m. masseter*, что связано с её компенсаторной ролью. Согласно данным Гонсалеса М. (González M.) и соавт. [92], уже к третьему месяцу после ортогнатической коррекции у пациентов с III скелетным классом регистрируется значительное увеличение амплитуды ЭМГ *m. temporalis* в сравнении с исходными значениями: на правой стороне – с $804,4 \pm 356,0$ мкВ до $1813,4 \pm 648,8$ мкВ, на левой – с $856,4 \pm 372,2$ мкВ до $1594,2 \pm 631,7$ мкВ ($p = 0,004$). Авторы интерпретируют это как проявление компенсаторного перераспределения нагрузки: при снижении активности *m. masseter* стабилизация окклюзии обеспечивается преимущественно за счёт височной мышцы.

Фронджиа Г. (Frongia G.) и соавт. [110] также показали, что активность *m. temporalis* у пациентов с III классом увеличивается в первые месяцы после операции, однако в динамике к 6–12 месяцам наблюдается постепенное снижение амплитуды сигналов и восстановление баланса между жевательной и височной мышцами [111]. Ко Э.В. (Ko E.W.) и соавт. [105] связывают этот процесс с

изменением векторов тяги после перемещения нижней челюсти: чем больше величина смещения сегментов, тем выше нагрузка на *m. temporalis* в раннем послеоперационном периоде.

В то же время, у пациентов со II скелетным классом наблюдается другая динамика. Согласно данным Челакила Д. (Celakil D.) и соавт. [106], передний пучок *m. temporalis* у таких пациентов гиперактивен до операции, поскольку компенсаторно поддерживает ретроположенную нижнюю челюсть. После её выдвижения избыточная активность постепенно снижается, что сопровождается перераспределением нагрузки и более физиологичным вовлечением *m. masseter*.

Анализ данных литературы показывает, что изменения биоэлектрической активности жевательных и височных мышц после ортогнатических операций зависят от типа скелетной деформации. Несмотря на эти различия, в целом прослеживаются сходные тенденции: в раннем послеоперационном периоде у большинства пациентов регистрируется снижение активности *m. masseter* и компенсаторное усиление функции *m. temporalis* с постепенным восстановлением показателей в интервале 6–12 месяцев после операции [92, 107, 110]. Эти закономерности подтверждают наличие сложных механизмов нейромышечной адаптации и обосновывают необходимость применения комплексных реабилитационных мероприятий для оптимизации функционального восстановления жевательного аппарата [64, 106, 112].

1.7 Обзор применяемых методов послеоперационной реабилитации пациентов со скелетными аномалиями

У пациентов после ортогнатических операций возможно развитие нарушений чувствительности вследствие поражения тройничного или лицевого нерва [104], ограничение мимической функции [113], хроническая боль [114], отёки [87], а также снижение общего качества жизни. В этой связи применяются различные дополнительные методы: системная медикаментозная терапия (включая кортикостероиды) [115], криотерапия [116], мануальный лимфодренаж [117],

низкоинтенсивная лазеротерапия [118], а также электрофизиологическое воздействие.

Физиотерапия является неотъемлемой частью комплексной реабилитации пациентов, перенёсших ортогнатические операции. Она направлена на восстановление функции жевательной мускулатуры, снижение болевого синдрома, улучшение подвижности нижней челюсти и профилактику осложнений, включая тризм, хронический отёк, асимметрию активности мышц и дисфункцию височно-нижнечелюстного сустава [119, 120].

В зависимости от метода фиксации костных фрагментов, сроки начала физиотерапии могут варьироваться. При использовании жёсткой фиксации и наложении межчелюстной фиксации, активные реабилитационные мероприятия рекомендовано начинать сразу после её снятия [119, 120, 121, 122]. Интересные данные представлены Ян Х.Дж. (Yang H.J.) и соавт. [112]: включение миогимнастики и специализированных упражнений уже с первой недели после снятия межчелюстной фиксации ускоряет восстановление активности *m. masseter*. Спустя шесть недель применения реабилитационных методик регистрируется статистически значимый прирост амплитуды ЭМГ по сравнению с контрольной группой. Согласно ряду источников, физиотерапия начинается на второй неделе после вмешательства [124, 125, 126], в то время как другие исследования фиксируют старт с 12-го дня [93] или с третьей недели [122]. Наиболее универсальным и поддерживаемым многими специалистами считается начало активных упражнений со второй недели после операции [124].

Стандартная схема восстановления включает поэтапное увеличение амплитуды движений. Сначала пациенты выполняют активные пограничные движения в пределах безболевого диапазона. Затем, спустя 3–4 недели, добавляются пассивные упражнения с участием рук или вспомогательных приспособлений (например, деревянных шпателей), направленные на восстановление полной амплитуды открывания рта [124, 125]. Результаты большинства исследований подтверждают, что активная физиотерапия способствует более раннему восстановлению функциональной подвижности.

Максимальное открывание рта может приближаться к дооперационным значениям уже через 8–10 недель при надлежащем выполнении рекомендаций [126]. Однако к 6 месяцам различия между пациентами, выполнявшими раннюю физическую реабилитацию, и контрольной группой могут нивелироваться, что говорит о важности не только сроков начала, но и качества и регулярности упражнений [127]. Дополнительное внимание в последние годы уделяется роли нутритивной поддержки, в частности – витамина D, как фактора восстановления костно-мышечной функции. Иванова И.В. и соавт. [128] показали, что включение витамина D в реабилитационную схему пациентов после ортогнатических операций может способствовать ускорению остеогенного и миогенного восстановления. Применение витаминных комплексов рассматривается как вспомогательный, но важный компонент общей программы восстановления. Комбинированный подход с применением физиотерапии, нутритивной поддержки и современных средств локального воздействия, таких как гипотермия, доказал свою эффективность в исследовании Черкесова И.В. и соавт. [37].

Таким образом, физическая реабилитация пациентов после ортогнатических операций представляет собой многокомпонентную систему, эффективность которой зависит от сроков начала, индивидуального подбора методов и систематичности применения. Комплексный подход с включением ЛФК, массажных, аппаратных, стимулирующих и нутритивных методик позволяет достичь восстановления мышечно-суставной функции в оптимальные сроки.

Особый интерес представляет метод чрескожной электронейростимуляции (ЧЭНС), который используется для снижения болевого синдрома и расслабления перенапряжённых мышц. Исследования показали, что применение ЧЭНС может быть не менее эффективно, чем анальгетики, при тризме и постоперационной боли [129]. Также метод используется как вспомогательная терапия при ограничении амплитуды открывания рта и неврогенных нарушениях. В отдельных публикациях ЧЭНС применяется в составе комбинированной программы с упражнениями и мануальной терапией [36].

1.8 Применение чрескожной и динамической электростимуляции при реабилитации пациентов со скелетными аномалиями челюстей

Чрескожная электростимуляция (ЧЭС, англ. TENS – Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation) представляет собой неинвазивный метод физиотерапии, основанный на воздействии низкочастотных импульсов через кожу на периферические нервные волокна. Метод используется для снижения болевого синдрома, нормализации тонуса жевательных мышц, стимуляции регионарного кровотока и восстановления функций височно-нижнечелюстного сустава. Электрические импульсы при этом активируют антиноцицептивные механизмы, в том числе сегментарного уровня и стволовых структур, включая опиоидергическую и серотонинергическую системы [37, 40, 130].

На сегодняшний день метод получил широкое распространение в реабилитации пациентов после ортогнатических операций. В ряде исследований показано, что применение ЧЭС способствует снижению интенсивности боли, улучшению амплитуды открывания рта и восстановлению жевательной функции. Так, в рандомизированном клиническом исследовании Pourdanesh Ф. (Pourdanesh F.) и соавт. [37] у пациентов, получавших ЧЭС в течение первых четырёх недель после ортогнатической хирургии, наблюдалось достоверное снижение нейросенсорных нарушений в области нижнечелюстного нерва по сравнению с контрольной группой, получавшей только медикаментозную терапию.

В другом исследовании, проведённом Алам М. (Alam M.) и соавт. [38], показано, что курсовое применение ЧЭС у пациентов III скелетного класса в течение одного месяца после операции достоверно увеличивало амплитуду открывания рта через 1 месяц по сравнению с контролем (28,95 мм против 24,93 мм; $p < 0,001$). К 6 месяцам различия между группами нивелировались, что подчёркивает важность раннего включения физиотерапии.

Дополнительные данные представлены в работе Качо А. (Cacho A.) и соавт. [16], где применение ЧЭС в течение 4 недель сопровождалось уменьшением отека, болевого синдрома и более быстрым восстановлением силы сжатия и

подвижности челюсти у пациентов после бимаксиллярной хирургии. Особенно выраженные различия были отмечены у пациентов со II скелетным классом.

По данным Феррейра А.П. (Ferreira A.P.) и соавт. [40], ЧЭНС вызывает достоверное снижение биоэлектрической активности мышц в состоянии покоя и одновременное повышение амплитуды ЭМГ-сигнала при максимальном сжатии зубов, что свидетельствует о нормализации двигательного контроля у пациентов с миофасциальной дисфункцией. Подобные эффекты описаны и в исследовании Сидоренко и соавт. [131], где у пациентов с патологией ВНЧС использование ЧЭНС сопровождалось устойчивым ростом амплитуды электромиографического сигнала, достигающим 97–98% от нормы через 6 месяцев.

В стоматологической практике также применяется модифицированный метод – динамическая электронейростимуляция (ДЭНС), в рамках которого параметры импульсов автоматически изменяются в зависимости от сопротивления кожи. Это, по утверждению разработчиков, позволяет более точно адаптировать воздействие к состоянию пациента, снижая риск привыкания и повышая индивидуальную эффективность терапии. Метод применяется в реабилитации при болевых синдромах, мышечной гиподисфункции, снижении амплитуды движений и отечности мягких тканей [41, 132, 133].

Ряд российских публикаций демонстрирует положительные эффекты ДЭНС при включении в комплексную терапию, особенно в отношении нормализации тонуса височных и жевательных мышц, увеличения амплитуды открывания рта и снижения выраженности болевого синдрома. Указывается на быстрое восстановление показателей ЭМГ и субъективное улучшение у пациентов после челюстно-лицевых операций, в том числе с применением аппарата ДЭНАС-ПКМ [41, 132, 134]. При этом, как отмечают авторы, метод обладает высокой переносимостью, минимальным числом побочных эффектов и может быть включён в амбулаторные программы.

При этом следует отметить, что в отношении применения ДЭНС в реабилитации пациентов после ортогнатических операций пока представлено ограниченное количество исследований. Хотя метод широко используется в

клинической практике и демонстрирует положительные результаты в ряде наблюдательных работ, необходимы дополнительные данные, в том числе рандомизированные контролируемые исследования, для более объективной оценки его эффективности. Тем не менее, с учётом безопасности, простоты применения и хорошей переносимости, ДЭНС может рассматриваться как возможный элемент комплексной восстановительной терапии у отдельных категорий пациентов.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Клиническая характеристика исследуемых групп и группы сравнения

Для определения среднестатистической нормы в исследования было включено 30 добровольцев в возрасте 22-25 лет без зубочелюстных аномалий, которые составили группу сравнения (группа I).

За период с 2021 по 2024 г на базе кафедры челюстно-лицевой хирургии имени академика Н.Н. Бажанова Института стоматологии им. Е.В. Боровского, ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовского Университета) под наблюдением находилось 85 пациентов со скелетными аномалиями зубочелюстной системы (Таблица 2.1). Из них пациентов со II скелетным классом по классификации Энгля: 38 пациентов (группа II), с III -м скелетным классом: 47 пациентов (группа III).

Пациенты с I скелетным классом по классификации Энгля, с выраженными асимметриями тела и ветви нижней челюсти (более 5 мм), с органической патологией ВНЧС, страдающие хроническими заболеваниями, - в исследование не включались.

Пациенты II и III классов рандомизированно были разделены на 3 подгруппы:

- контрольная (А) – пациенты, после ортогнатических операций без электроимпульсной терапии, проходящие стандартную послеоперационную реабилитацию,

- исследуемая (В) – пациенты, проходящие электроимпульсную терапию после ортогнатической операции,

- исследуемая (С) – пациенты, проходящие электроимпульсную терапию как до, так и после ортогнатической операции.

Таблица 2.1 – Распределение пациентов со скелетными аномалиями зубочелюстной системы по полу и возрасту

Пол	Возраст, лет			Всего	
	18-22	23-30	свыше 30	абс.	%
Мужчины	16	11	2	29	34
Женщины	26	23	7	56	66
Всего	42	34	9	85	100

Ввиду отказа от продолжения участия в исследовании и/или нарушения методики проведения динамической электростимуляции в общей сложности 2 пациента из группы ПВ (1 женщина, 1 мужчина) были исключены из участия в исследовании (Таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Общее итоговое распределение пациентов по подгруппам (с учетом исключенных из дальнейшего участия)

Группа	Подгруппа	Количество
I (группа сравнения)	-	30
II (пациенты со II скелетным классом по классификации Энгля)	IIА(контроль)	13
	IIВ (исследуемая)	11
	IIС (исследуемая)	12
III (пациенты со III скелетным классом по классификации Энгля)	IIIА (контроль)	16
	IIIБ (исследуемая)	16
	IIIС (исследуемая)	15

2.2 Этапы лечения

Лечение пациентов включало следующие основные этапы:

1. Ортодонтическая подготовка.
2. Ортогнатическая операция.
3. Финальное ортодонтическое лечение.

После совместной консультации челюстно-лицевого хирурга и ортодонта на основании данных клинического обследования, фотографий пациента, КТ челюстно-лицевой области, ТРГ, данных цефалометрического анализа и гипсовых/пластиковых моделей челюстей, МРТ ВНЧС по показаниям проводилась постановка диагноза и составлялся соответствующий план лечения.

На этапе **ортодонтической подготовки** при помощи брекет-системы проводилось выравнивание зубных дуг, выравнивание осевых и угловых

параметров зубов верхней и нижней челюсти. Формировались промежутки между зубами 1.2-1.3 и 2.2-2.3. Далее фиксировалась полноразмерная стальная дуга и крючки в межзубных промежутках, за исключением 1.2-1.3 и 2.2-2.3.

Перед хирургическим вмешательством проводился цефалометрический анализ для определения величины перемещения челюстей во всех плоскостях. Перед госпитализацией пациент сдавал стандартный перечень анализов для проведения хирургической операции в условиях стационара.

На **втором** этапе проводилась ортогнатическая операция в соответствии с протоколом (патент РФ № 2558999 от 25.05.2015г) (Рисунок 2.1).

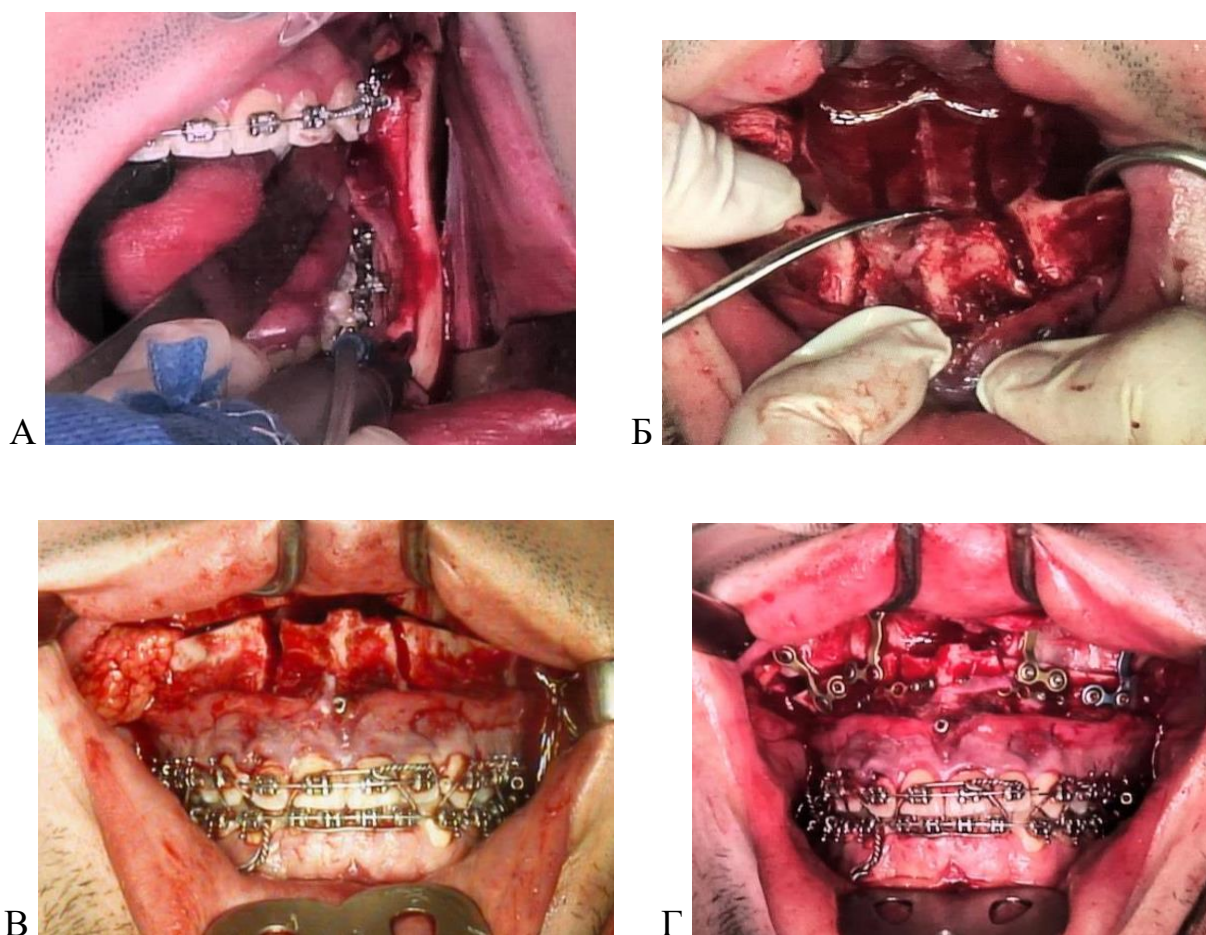


Рисунок 2.1 – Этапы хирургического вмешательства: А – Остеотомия нижней челюсти по Эпкеру; Б – Остеотомия верхней челюсти; В – Позиционирование двучелюстного комплекса; Г – Остеосинтез

Остеотомия нижней челюсти проводилась по методике Эпкера [23].

Как видно на Рисунке 2.2, прикрепление собственно жевательных, височных, медиальной крыловидной и большей части медиальной крыловидной мышц при данной модификации остеотомии остается на проксимальных (малых) фрагментах. При этом происходит частичная отслойка прикрепления собственно жевательной и медиальной крыловидной мышцу, в гораздо меньшей степени – височной мышцы [135].

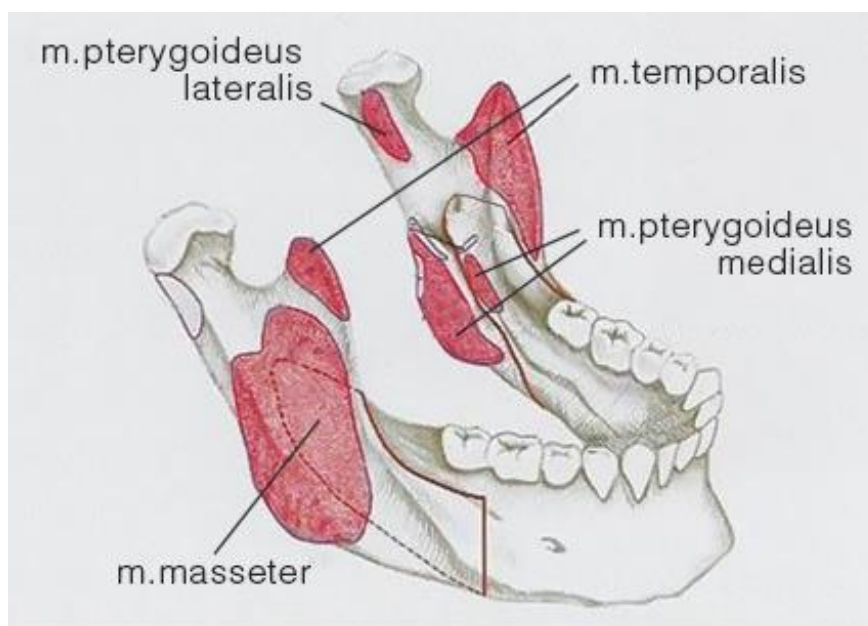


Рисунок 2.2 – Прикрепление жевательной группы мышц и линия проводимой остеотомии в модификации Эпкера

Далее, не проводя фиксацию фрагментов нижней челюсти, проводили остеотомию верхней челюсти по Le Fort I с фрагментацией. При этом верхняя челюсть разделялась на 4 фрагмента: передний, боковые зубосодержащие и центральный. Далее проводилось сопоставление зубных рядов в ортогнатическое положение и лигатурное связывание в конструктивном прикусе. Единый двучелюстной комплекс позиционировали с учетом требуемых перемещений по трем плоскостям и с учетом ротации вокруг трех осей. Первым этапом проводили остеосинтез верхней челюсти. Далее после позиционирования мышечковых отростков в верхнем положении у ската суставного бугорка проводили остеосинтез

нижней челюсти [136]. В рану нижней челюсти устанавливали перчаточные дренажи на 1-2суток.

Стандартная послеоперационная реабилитация для всех групп включала в себя назначение комплексной антибактериальной и противовоспалительной терапии, наложение теменно-подбородочной повязки в течение первых трех суток после операции, использование пузыря со льдом в течение первых суток после операции.

На 2-3-е сутки в послеоперационном периоде проводилась межчелюстная фиксация средней продолжительностью 4 недели. После выписки из стационара (7-15-е сутки) пациент приглашался на смену эластических тяг 1 раз в неделю.

Далее пациент проходил **финальное ортодонтическое лечение** с целью выравнивания окклюзионных параметров. При этом пациент приглашался на осмотр к челюстно-лицевому хирургу на сроках 1 месяц, 3 месяца, 6 месяцев, 12 месяцев после операции.

2.3 Методы исследования

2.3.1 Поверхностная электромиография жевательной групп мышц

Электромиография (ЭМГ) – это метод исследования мышечной активности с помощью регистрации возникающих электрических сигналов. Этот метод позволяет изучать работу мышц и оценивать их функциональное состояние путем анализа электрических сигналов, которые возникают при сокращении мышцы. Таким образом, электромиография является важным диагностическим инструментом в неврологии, ортопедии, реабилитации и спортивной медицине.

Частным и неинвазивным вариантом проведения ЭМГ является поверхностная электромиография, при которой датчики, регистрирующие электрическую активность мышцы, накладываются на кожу. При изучении жевательной группы мышц в научной литературе наиболее часто используются показатели поверхностной электромиографии собственно жевательной и височной мышц. Для определения показателей биоэлектрической активности медиальной и

латеральной крыловидных мышц требуется проведение игольчатой электромиографии – инвазивного исследования.

Уровень активности жевательной и височной мышц оценивали по максимальной амплитуде (в мкВ). Регистрацию ЭМГ проводили с помощью анализатора электромиографического «Синапсис» по ТУ 9442-003-12152519-2007, регистрационный номер медицинского изделия ФСР 2011/10059 (фирма Нейротех, Россия) (Рисунок 2.3) [137]. Вывод регистрируемых данных проводился в программе «Синапсис» на ПК, ОС Windows 10.



Рисунок 2.3 – Анализатор электромиографический «Синапсис» по ТУ 9442-003-12152519-2007, регистрационный номер медицинского изделия ФСР 2011/10059 (фирма Нейротех, Россия)

Перед наложением электродов и после пальпации предполагаемого для наложения электрода участка кожу, покрывающую мышцы, обрабатывали 70% спиртом для предотвращения электрических помех, наносили токопроводящий гель для улучшения электрического контакта между кожей и регистрирующим электродом.

Электроды накладывались в соответствии с рекомендациями Кастрофлорио А. (Castroflorio A.) и соавт. [138]. Для снятия показателей ЭМГ-активности жевательных мышц электроды устанавливали по линии от внешнего края глаза до гониона, на наиболее выступающую часть мышцы, определяемую пальпаторно при сжатии челюстей. При регистрации биоэлектрической активности височной мышцы проводили 2 линии – первую под углом 20 градусов к заднему краю нижней челюсти и вторую- от латерального края глазной щели к верхней части ушной раковины. Электроды устанавливались непосредственно над точкой пересечения двух линий на продолжении линии, проведенной под углом 20 градусов к заднему краю нижней челюсти (Рисунок 2.4).

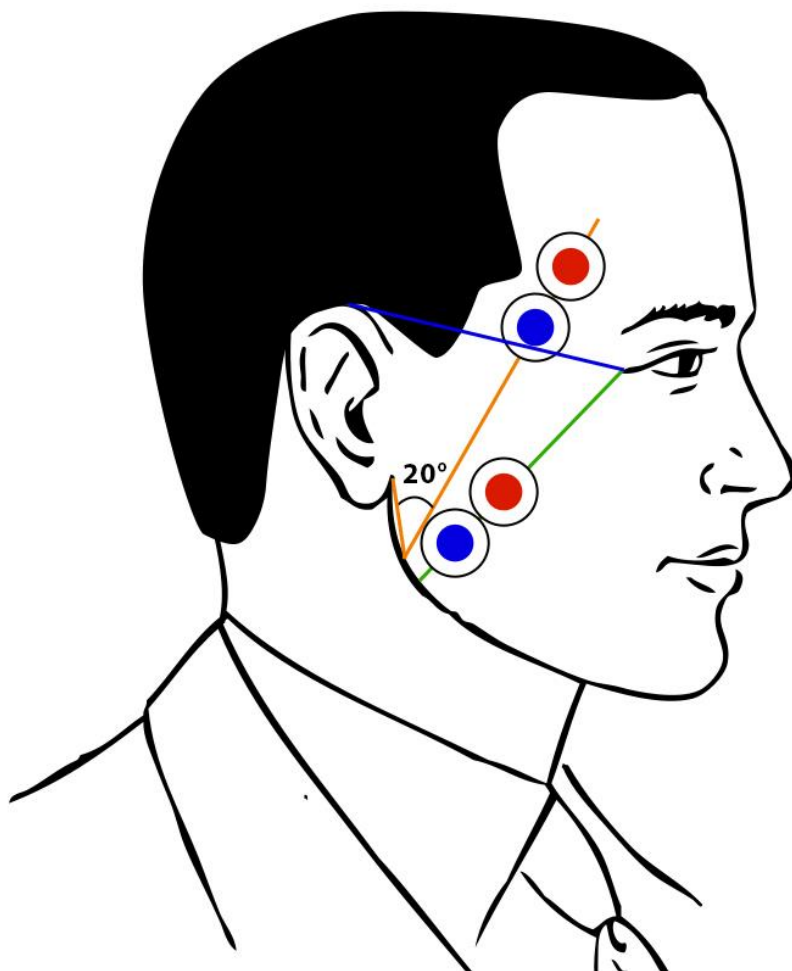


Рисунок 2.4 – Схематичное изображение накладываемых электродов

В обоих случаях расстояние между накладываемыми электродами было 25 мм (Рисунок 2.5).

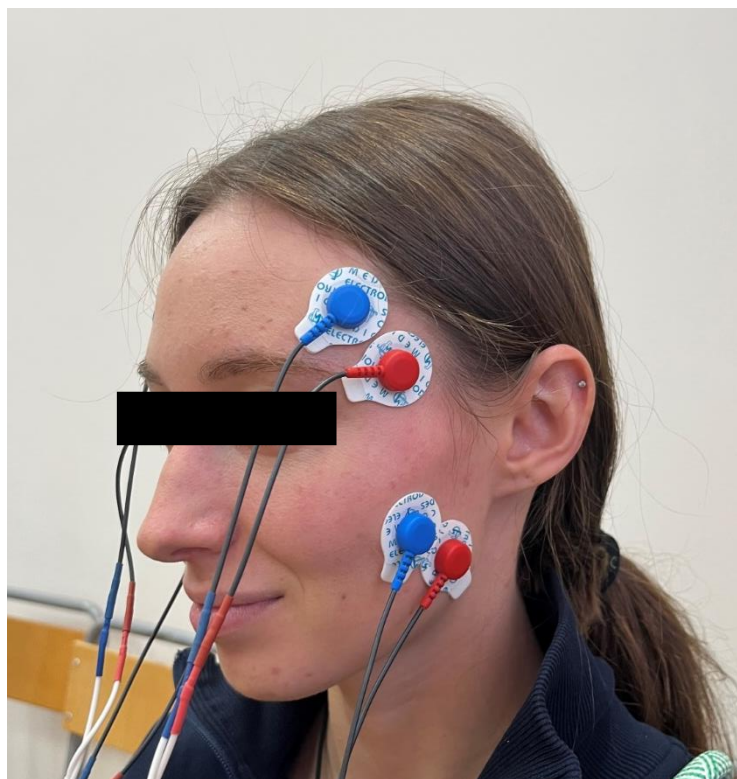


Рисунок 2.5 – Пациентка из группы ПВ с наложенными одноразовыми электродами

Измерения проводились в состоянии покоя (в течение 10 секунд) и при максимальном сжатии челюстей в привычной окклюзии (в течение 10 секунд).

В состоянии покоя проводилась регистрация максимальной амплитуды (в мкВ), более высокие значения означают больший тонус мышцы.

При максимальном сжатии челюстей определялся параметр максимальной амплитуды, который соответствует электрической активности мышечных волокон (Рисунок 2.6). Высокий уровень максимальной амплитуды определяет мышечную гиперактивность. Низкий уровень максимальной амплитуды может говорить о мышечной гипоактивности.

Первое измерение электромиографической активности жевательной и височной мышц проводилось до операции, второе – 1 месяц после операции, третье- через 3 месяца после операции, четвертое – через 6 месяцев после операции.

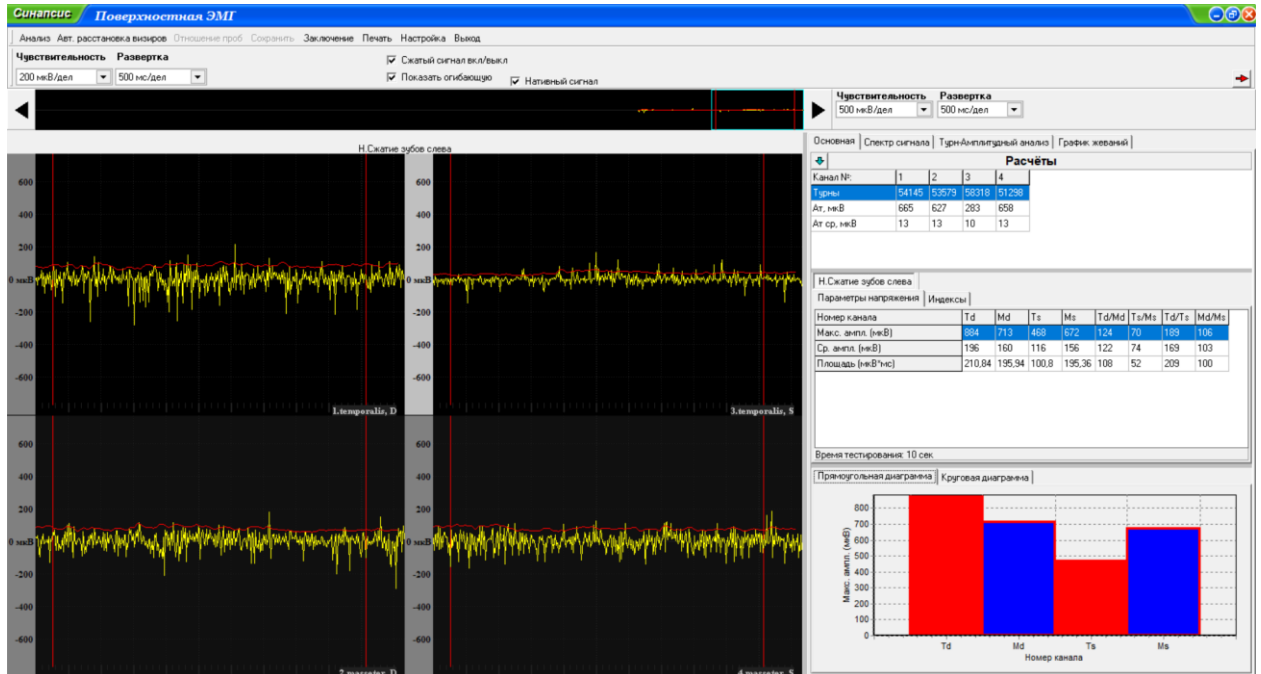


Рисунок 2.6 – Диалоговое окно программы «Синапсис»

2.3.2 Методика оценки качества жизни по шкале ОНП-14-RU и визуальной аналоговой шкале боли

Для оценки качества жизни пациентов использовали валидированную русскоязычную версию опросника «Профиль влияния стоматологического здоровья» (ОНП-14-RU, Oral Health Impact Profile) (см. Приложение А). Анкета ОНП-14 включает 14 вопросов, на каждый из которого пациент дает следующие варианты ответов: 0 – «никогда», 1 – «очень редко», 2 – «редко», 3 – «часто», 4 – «очень часто» [139].

Шкала отражает 7 основных параметров нарушения качества жизни: функциональные нарушения, физическую боль, психологический дискомфорт, физические ограничения, психологические ограничения, социальные ограничения,

ущерб и является интегральной. В русскоязычной валидированной версии вопросы сгруппированы таким образом, чтобы оценить 3 параметра: проблемы при приеме пищи, проблемы в общении, проблемы в повседневной жизни (работе, отдыхе) [139].

Шкала оценки ОНП-14 соответствует «хорошему» качеству жизни при итоговом количестве баллов по анкете 0–14, «удовлетворительному» – 15–28 баллов, «неудовлетворительному» – 29–42 баллов, «плохому» – 43–56 баллов.

Для оценки уровня болевых ощущений использовалась визуальная аналоговая шкала боли (ВАШ) [142] (Рисунок 2.7). Пациенту предлагалось на линии выбрать уровень субъективного восприятия болевых ощущений, где 0 – боль отсутствует, 10 – нестерпимая боль [143].



Рисунок 2.7 – Визуально-аналоговая шкала интенсивности боли

2.3.3 Методика оценки максимального открывания рта

Оценка подвижности нижней челюсти проводилась с помощью штангенциркуля. Оценивались следующие параметры [94]:

1. Максимальное открывание рта – расстояние между режущими краями нижних и верхних центральных резцов при максимальном открывании рта (Рисунок 2.8) [144];



Рисунок 2.8 – Методика оценки максимального открывания рта

2. Протрузия – пациента просили максимально выдвинуть нижнюю челюсть вперед, при этом проводили измерение горизонтального перекрытия между центральными резцами нижней челюсти и центральными резцами верхней челюсти (Рисунок 2.9) [144];



Рисунок 2.9 – Методика оценки протрузии

3. Латеротрузия вправо – пациента просили сдвинуть нижнюю челюсть максимально возможно вправо, при этом измеряли горизонтальное расстояние от межрезцовой линии верхней челюсти до межрезцовой линии нижней челюсти (Рисунок 2.10) [144]. При несовпадении средних линий в состоянии покоя использовалась соответствующая корректировка;



Рисунок 2.10 – Методика оценки латеротрузии вправо

4. Латеротрузия влево - пациента просили сдвинуть нижнюю челюсть максимально возможно влево, при этом измеряли горизонтальное расстояние от межрезцовой линии верхней челюсти до межрезцовой линии нижней челюсти (Рисунок 2.11). При несовпадении средних линий в состоянии покоя использовалась соответствующая корректировка.



Рисунок 2.11 – Методика оценки латеротрузии влево

2.4 Методика проведения динамической электростимуляции

В качестве прибора для электростимуляции использовался прибор электростимулятор чрескожный универсальный ДЭНАС-ПКМ по ТУ 9444-009-44148620-2009 (Регистрационное удостоверение на медицинское изделие Федеральной службы по надзору в сфере здравоохранения (Росздравнадзор) № ФСР 2009/06316 от 10.11.2016 г) в режимах, рекомендованных инструкцией по эксплуатации.

В пациентам групп В и С в первые сутки после операции ввиду нахождения пациента в отделении реанимации и интенсивной терапии, электростимуляция не проводилась. На 2,3-и сутки использовалась программа с частотой 125/140 Гц. С 3-х суток после операции использовался режим 77/10 Гц. Первые сеансы электростимуляции проводилась под контролем врача, зоны приложения стимулирующего электрода: проекция m. Masseter, m. Temporalis, воротниковая зона шеи. Общая продолжительность сеанса: 20 минут, дважды в день: перед завтраком и после ужина. После выписки из отделения проведение электростимуляции проводилось пациентом самостоятельно. Пациентам рекомендовалось проводить стимуляцию дважды в день в течение 3 месяцев, с 3-го по 4-й месяц 1 р/день перед сном, с 4-го по 6-й месяц: 1 раз в 2 дня (Рисунок 2.12). Уменьшение количества сеансов определялось в том числе постепенным уменьшением самодисциплины и комплаентности пациента после снятия межчелюстной фиксации и начала полноценного приема пищи.

Пациентам из подгруппы С электростимуляция также проводилась курсом, начиная за 2 недели до хирургического вмешательства. В дооперационном периоде электростимуляция проводилась в режиме: 77/10 Гц по 20 минут каждый день перед сном в течение 14 дней. Первый сеанс электростимуляции проводился под контролем врача, зоны приложения стимулирующего электрода: проекция m. Masseter, m. Temporalis, воротниковая зона шеи. Последующие сеансы пациентами проводились самостоятельно.

Контроль за соблюдением методики проводился в дистанционном режиме. В ходе проведения динамической электростимуляции 2 пациента из группы 2В в позднем послеоперационном периоде нарушили частотность и/или методику проведения электростимуляции, ввиду чего из участия в исследовании были исключены.



Рисунок 2.12 – Пациентка из группы ШВ с наложенными электродами в проекции жевательных мышц проходит ДЭНС-терапию, 3 месяца после операции

2.5 Методика статистической обработки полученных данных

Полученные данные заносились в табличном формате в программу Microsoft Excel. Метод статистической обработки данных проводился с помощью программы SPSS Statistics 22.0.0 (Рисунок 2.13).

Для описания средних величин использовалось среднее арифметическое \pm стандартное отклонение. Статистически достоверными считались результаты при $p < 0,05$.

Оценка данных на нормальное распределение по методу Колмогорова-Смирнова проводилась в группах, где выборка превышает 20 человек (группа 1). Проверка распределения выборки на нормальность (в группах менее 20 человек) проводилась с помощью теста Шапиро-Уилка.

Для расчета показателя p внутри групп (до операции, через день после операции, через 3 месяца после операции и тд) при условии нормального распределения данных использовался t -тест для связанных выборок (paired sample t -test). Если распределение не соответствовало нормальному, использовался тест Уилкоксона.

Для сравнения показателей из разных групп (например, для сравнения средних показателей через месяц между контрольной и исследуемой подгруппами) применялся тест Стьюдента для независимых выборок (independent samples t -test).

При сравнении групп в трех временных точках (например, T₀, T₁, T₂) использовался двухфакторный тест ANOVA с повторными измерениями. Для сравнения трёх независимых подгрупп (например, подгруппы ПА, ПВ, ПС) использовался тест однофакторный ANOVA. В случае выявления статистически значимого общего эффекта проводились **пост-хок сравнения** с применением поправки Бонферрони для контроля совокупной ошибки I рода. Критический уровень значимости после коррекции вычислялся по формуле: $\alpha_{\text{корр}} = \alpha / m$, где $\alpha = 0,05$, а m – количество выполняемых попарных сравнений. В примере выше $m = 3$, поэтому $\alpha_{\text{корр}} = 0,05 / 3 \approx 0,017$.

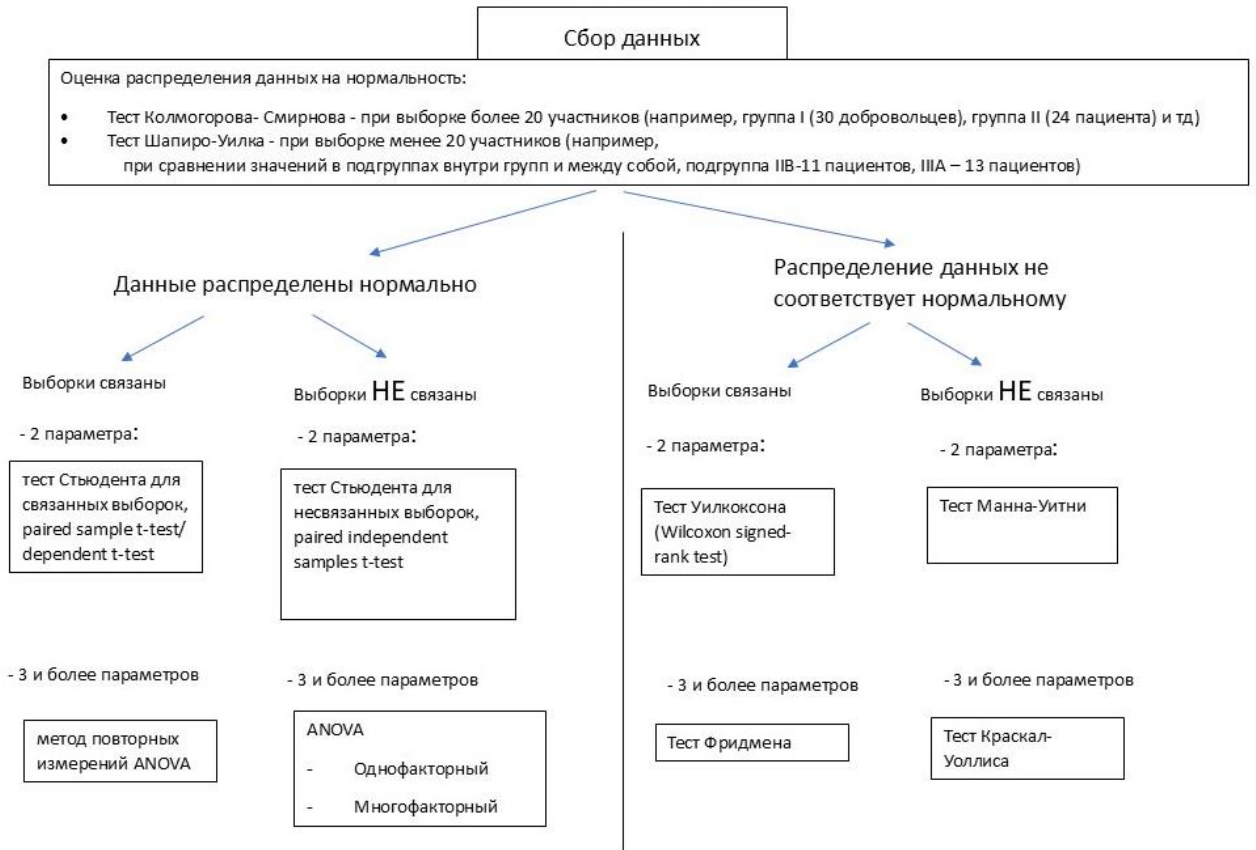


Рисунок 2.13 – Алгоритм выбора метода статистической обработки материала, который применялся в диссертационном исследовании

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Оценка биоэлектрической активности жевательной группы мышц

3.1.1 Электромиографические показатели активности жевательной группы мышц в норме и при аномалии зубочелюстной системы

Результаты исследования показали, что средние значения биоэлектрической активности в покое как жевательной, так и височной мышц у пациентов со II и III скелетными классами (группы ПА и ША), были выше относительно здоровых добровольцев (группа I) ($p < 0,05$). При этом между исследуемыми группами показатели статистически значимо не отличались, также не удалось найти статистически достоверной разницы в показателях биоэлектрической активности *m. masseter* и *m. temporalis* внутри групп ($p > 0,05$). В Таблице 3.1 указаны средние значения максимальной амплитуды жевательной и височной мышц (в мкВ) \pm стандартное отклонение) в подгруппе ПА (II скелетный класс), ША (III скелетный класс) и группе I (группа сравнения, здоровые добровольцы) в состоянии физиологического покоя - при расслаблении челюстей, для оценки использовалось среднее арифметическое показателей лево и правой стороны.

Таблица 3.1 – Показатели ЭМГ-активности в группах до операции в состоянии покоя [145]

Группа	<i>m. masseter</i> (в мкВ)	<i>m. temporalis</i> (в мкВ)
ПА - II скелетный класс (до операции), 13 пациентов	44 \pm 6,2	45 \pm 5,1
ША - III скелетный класс (до операции), 16 пациентов	45 \pm 5,1	45 \pm 5,2
I - контрольная группа, 30 человек	33 \pm 10,0	36 \pm 9,0

При сжатии челюстей (проба максимальное произвольное сжатие) отмечалась большая активность жевательных мышц в группе сравнения (группа I), чем в группах со скелетными аномалиями. В Таблице 3.2 указаны средние значения максимальной амплитуды жевательной и височной мышц (в мкВ) \pm стандартное отклонение в группе ПА (II скелетный класс), ША (III скелетный класс) и группе I (группа сравнения, здоровые добровольцы) при максимальном произвольном сжатии челюстей.

Таблица 3.2 – Показатели ЭМГ-активности в группах до операции при максимальном произвольном сжатии челюстей [146]

Группа	m. masseter (в мкВ)	m. temporalis (в мкВ)
ПА - II скелетный класс (до операции), 13 пациентов	531 \pm 51	713 \pm 116
ША - III скелетный класс (до операции), 16 пациентов	583 \pm 50	630 \pm 102
I – группа сравнения, 30 человек	950 \pm 103	1052 \pm 133

Средние значения биоэлектрической активности височных мышц при сжатии челюстей у пациентов со II скелетным классом (группа ПА) были выше показателей пациентов со III скелетным классом (группа ША) (**713 \pm 116 мкВ** и **630 \pm 102 мкВ**, **p<0,05**). Показатели ЭМГ-активности жевательной мышцы у пациентов в подгруппе ША были статистически значимо выше показателей подгруппы ПА (**583 \pm 50 мкВ** и **531 \pm 51 мкВ**, **p>0,05**) [147].

При сравнении биоэлектрической активности височной и жевательной мышц внутри групп, было установлено, что у пациентов со II скелетным классом (группа ПА) показатели биоэлектрической активности m. temporalis статистически значимо превышают показатели m. masseter (**713 \pm 116 мкВ** и **531 \pm 51 мкВ** соответственно, **p<0,05**). Сходные данные были получены при статистической обработке значений

группы сравнения: m. temporalis показала статистически большие значения, чем m.masseter (**1052±133 мкВ** и **950±103мкВ**, **p<0,05**). В группе IIIA статистически значимых отличий между БЭА m. temporalis и m.masseter при максимальном произвольном сжатии челюстей не обнаружено (**630±102 мкВ** и **583±50 мкВ** соответственно, **p>0,05**).

3.1.2 Сравнение электромиографических показателей активности жевательных мышц до- и после проведения ортогнатических операций

3.1.2.1 В группе II скелетный класс

У пациентов со II скелетным классом значение ЭМГ жевательных мышц в покое статистически значимо не отличалось на сроке до и через 3 месяца после операции (**m. masseter: 44 ± 6,2 мкВ** и **44 ± 5,4 мкВ**, **p>0,05**). Через 6 месяцев после операции наблюдалось статистически значимое *снижение активности* (**37 ± 7,6 мкВ**, **p<0,05**), при этом значения статистически значимо не отличались от показателей группы сравнения (**33 ± 10 мкВ**, **p>0,05**). Показатели ЭМГ-активности височных мышц в покое статистически значимо *снизились* как через 3 месяца после операции (**45 ± 5,1 мкВ** и **44 ± 5,7 мкВ**, **p<0,05**), так и через 6 месяцев (**39 ± 6,5 мкВ**, **p<0,05**), при этом значения приближались к показателям группы сравнения (**36 ± 8,9 мкВ**).

На Рисунке 3.1 продемонстрированы показатели БЭА жевательной и височной мышцах в подгруппе IIА и в группе сравнения.

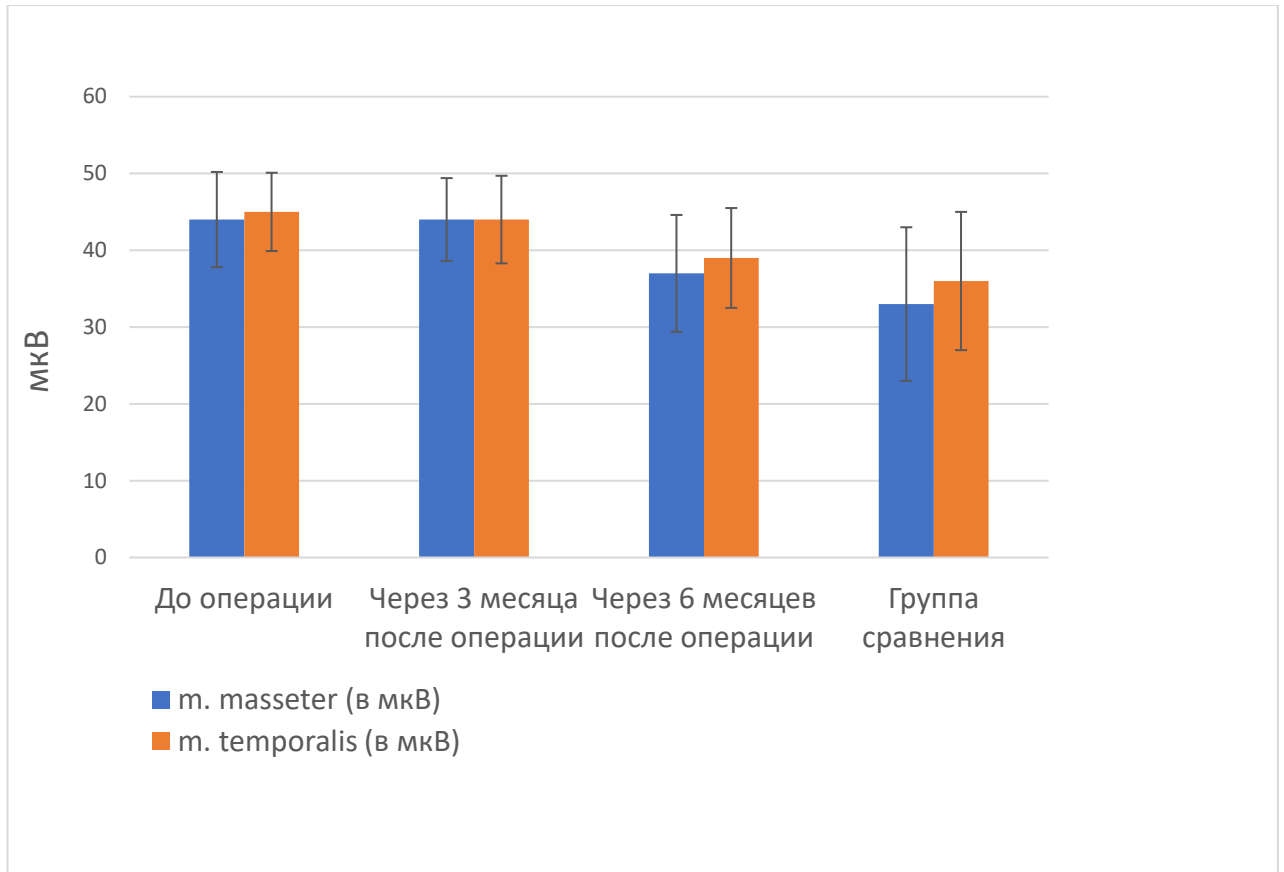


Рисунок 3.1 – Показатели максимальной амплитуды собственно жевательной и височной мышц по данным ЭМГ (в мкВ) в покое в подгруппе ПА и в группе сравнения

При максимальном произвольно сжатии челюстей показатели БЭА жевательной мышцы заметно *снизились* после операции (контрольная точка – 3 месяца после операции) (**531 ± 51 мкВ и 311 ± 24 мкВ, p<0,05**). Через 6 месяцев после операции отмечился статистически значимый *рост* значений ЭМГ-активности (**479 ± 91 мкВ, p<0,05**), однако показатели были статистически значимо *ниже* значений до операции (p<0,05) [148].

Показатели ЭМГ-активности височных мышц при максимальном произвольном сжатии челюстей через 3 месяца после операции статистически значимо не отличались от показателей до операции (**713 ± 116 мкВ и 780 ± 111 мкВ, p>0,05**) [148]. Через 6 месяцев после операции было обнаружено значительное увеличение активности (**1076 ± 155 мкВ, p<0,05**) (Рисунок 3.2).

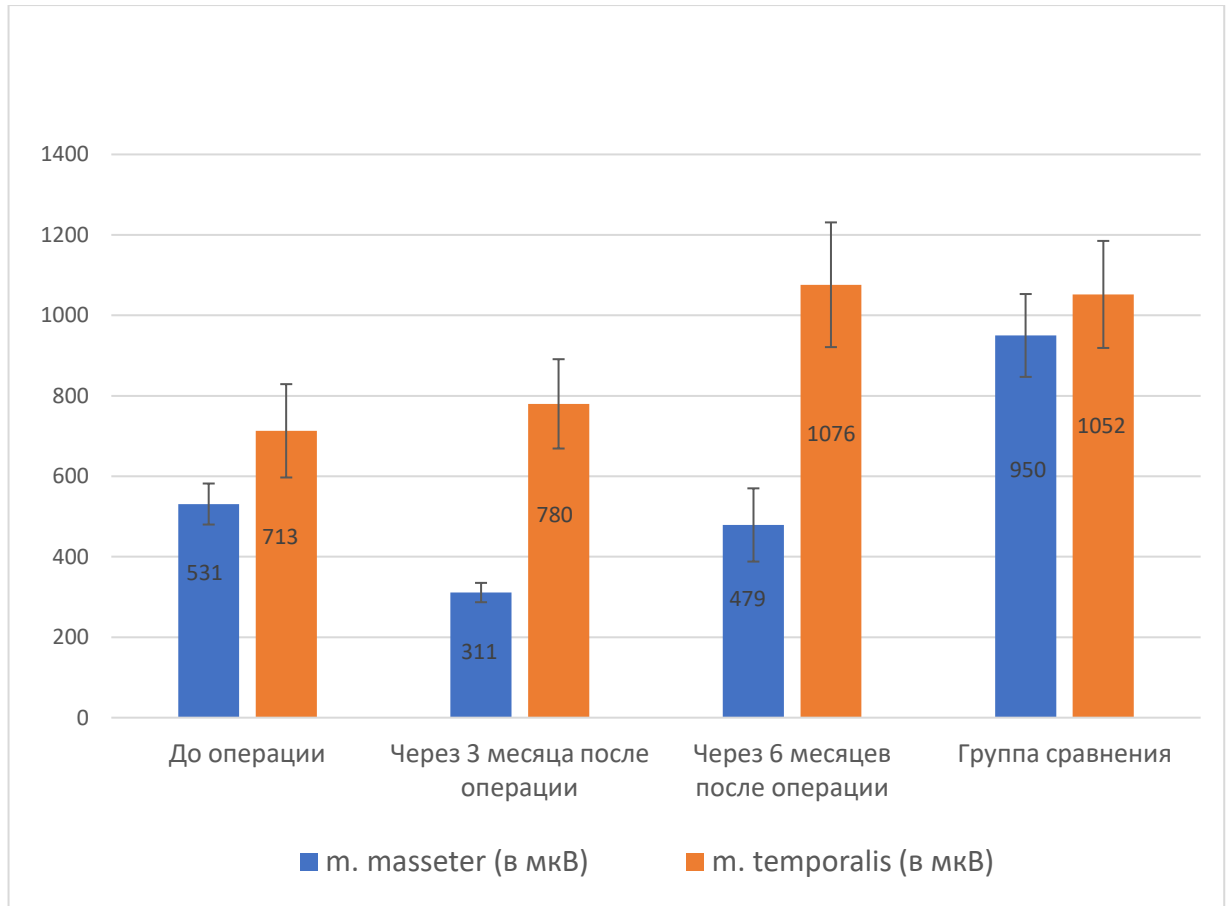


Рисунок 3.2 – Показатели максимальной амплитуды собственно жевательной и височной мышц по данным ЭМГ (в мкВ) при максимальном произвольном сжатии челюстей в группе ПА (13 пациентов) и в группе сравнения

В Таблице 3.3 показаны среднее значение максимальной амплитуды жевательной и височной мышц (в мкВ) \pm стандартное отклонение при расслаблении и при максимальном произвольном сжатии челюстей на сроке до операции, через 3 месяца после операции и через 6 месяцев после операции, методика расчета: среднее арифметическое левой и правой стороны.

Таблица 3.3 – Показатели ЭМГ-активности в группе IIА (II скелетный класс, 13 пациентов)

Мышца	Проба	До операции	Через 3 месяца после операции	Через 6 месяцев после операции
m. masseter (в мкВ)	Максимальное произвольное сокращение	531±51	311±24	479±91
	расслабление	44±6,2	44±5,4	37±7,6
m. temporalis (в мкВ)	Максимальное произвольное сокращение	713±116	780±111	1076±155
	расслабление	45±5,1	44±5,7	39±6,5

3.1.2.2 В группе III скелетный класс

У пациентов с III скелетным классом значение ЭМГ жевательных мышц в покое статистически значимо не отличалось на сроке до и через 3 месяца после операции (**45±5,1 мкВ** и **44±4,7 мкВ**, **P>0,05**). Через 6 месяцев после операции отмечалось статистически достоверное *уменьшение* показателей БЭА жевательных мышц в покое. (до операции: **45±5,1 мкВ**; через 6 месяцев: **35±5,4 мкВ**; **p<0,05**). При этом значения приближались и статистически значимо не отличались от показателей контрольной группы (через 6 месяцев: **35±5,4 мкВ**, контрольная группа: **33±10 мкВ**, **P>0,05**) (Рисунок 3.3).

Показатели ЭМГ-активности височных мышц в покое статистически значимо не отличалось на сроке до и через 3 месяца после операции. Через 6 месяцев после операции отмечалось статистически достоверное *уменьшение* показателей БЭА височных мышц, при этом значения соответствовали показателям контрольной группы (до операции: **45±5,2 мкВ**; через 6 месяцев: **36±5,9 мкВ**, **p<0,05**; контрольная группа: **36±8,9**).

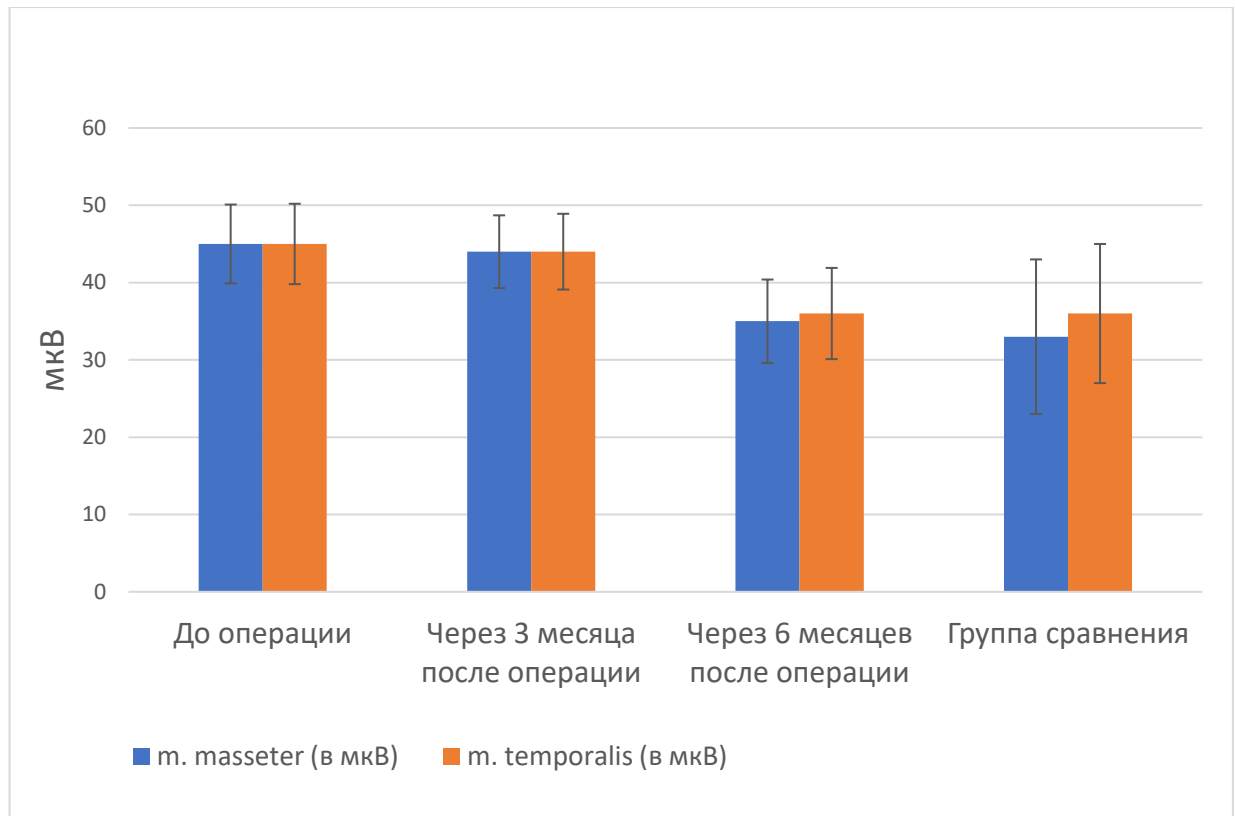


Рисунок 3.3 – Показатели максимальной амплитуды собственно жевательной и височной мышц (в мкВ) в покое в подгруппе IIIА и в группе сравнения

При максимальном произвольном сокращении БЭА жевательных мышц заметно снизилось после операции (до операции: 583 ± 50 мкВ, через 3 месяца: 369 ± 21 мкВ, $p < 0,05$). Через 6 месяцев после операции отмечился статистически значимый рост ЭМГ активности (369 ± 21 мкВ и 501 ± 56 мкВ соответственно, $P < 0,05$), однако показатели были статистически значимо меньше значений до операции (501 ± 56 мкВ и 583 ± 50 мкВ, $p < 0,05$).

Показатели ЭМГ-активности височных мышц при максимальном произвольном сокращении через 3 месяца после операции статистически значимо увеличились по сравнению с показателями до операции (до операции: 630 ± 102 мкВ, через 3 месяца после: 847 ± 92 мкВ, $p < 0,05$). Через 6 месяцев после операции было обнаружено значительное увеличение активности височных мышц (1153 ± 216 мкВ) как в сравнении с состоянием до операции, так и с состоянием через 3 месяца после операции ($p < 0,05$). При этом показатели статистически значимо превышали

показатели БЭА височных мышц в группе сравнения (через 6 месяцев: 1153 ± 216 мкВ, группа сравнения: 1052 ± 133 мкВ, $p < 0,05$) (Рисунок 3.4).

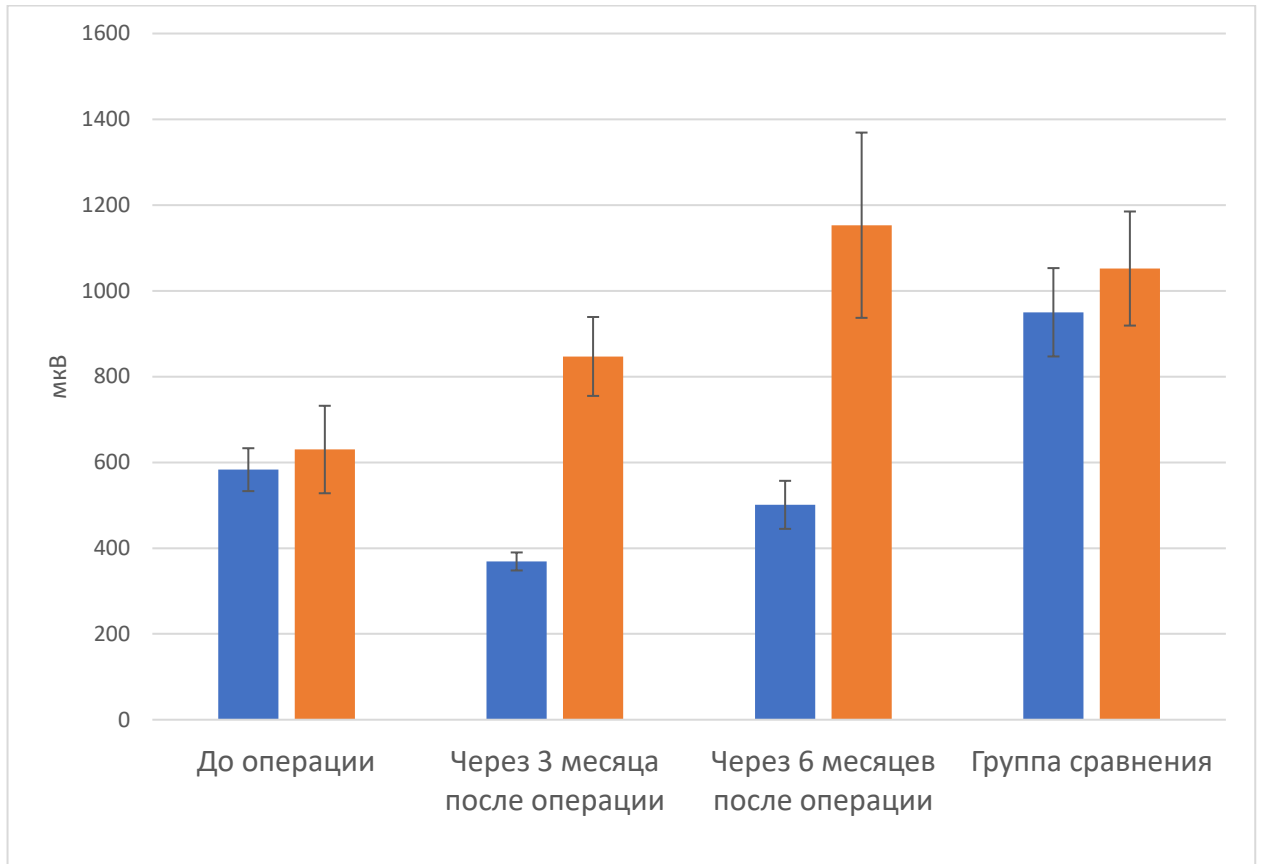


Рисунок 3.4 – Показатели максимальной амплитуды собственно жевательной и височной мышц (в мкВ) при максимальном произвольном сжатии челюстей в группе ША (16 пациентов) и в группе сравнения

В Таблице 3.4 приведены среднее значения среднего арифметического левой и правой стороны максимальной амплитуды жевательной и височной мышц (в мкВ) \pm стандартное отклонение при максимальном произвольном сжатии челюстей.

Таблица 3.4 – Показатели ЭМГ-активности в группе IIIA (III скелетный класс, 16 пациентов)

	Проба	До операции	Через 3 месяца после операции	Через 6 месяцев после операции
m. masseter (в мкВ)	Максимальное произвольное сокращение	583±50	369±21	501±56
	расслабление	45±5,1	44±4,7	35±5,4
m. temporalis (в мкВ)	Максимальное произвольное сокращение	630±102	847±92	1153±216
	расслабление	45±5,2	44±4,9	36±5,9

3.2 Применение динамической электростимуляции при реабилитации пациентов с аномалиями размеров и положения челюстей

3.2.1 Измерения по визуальной аналоговой шкале боли

До операции

Перед операцией никто из пациентов не испытывал болевых ощущений, что говорит об однородности выборки.

1-е сутки после операции (T1)

На 1-е сутки после операции уровень болевых ощущений был максимальным во всех подгруппах, причём статистически значимой разницы между подгруппами IIА, IIВ и IIС не прослеживалось ($p > 0,05$). Значения уровня боли по ВАШ в подгруппах IIС и IIС были статистически значимо ниже в сравнении с подгруппами IIА, IIВ и IIА соответственно (IIА: $6,8 \pm 1,1$, IIВ: $6,6 \pm 0,9$, IIС: $5,7 \pm 0,8$; IIА: $6,9 \pm 0,9$, IIВ: $6,2 \pm 1,0$, IIС: $5,5 \pm 0,9$; $p < 0,05$).

3-и сутки после операции (T2)

На 3-и сутки после операции во всех подгруппах уровень болевых ощущений уменьшился по сравнению с показателями на 1-е сутки ($p < 0,05$). При сравнении внутри подгрупп у пациентов со II классом на 3-и сутки отмечалось статистически значимое снижение боли в исследуемых подгруппах по сравнению с контрольной (ПВ: $4,3 \pm 1,2$, ПС: $3,9 \pm 1,2$, ПА: $5,9 \pm 1,0$; $p < 0,01$) [111]. При этом статистически значимой разницы между подгруппами ПВ и ПС не выявлено ($p > 0,05$).

Аналогичная зависимость установлена у пациентов с III классом: уровень боли был значительно ниже в подгруппах ПВ ($4,8 \pm 1,0$) и ПС ($4,5 \pm 1,1$) по сравнению с контрольной ПА ($6,2 \pm 0,9$; $p < 0,01$). Между подгруппами ПВ и ПС статистически значимых различий не отмечено ($p > 0,05$).

Следует отметить, что на 2–3-и сутки использовалась программа: 200 Гц (5 мин) + 140 Гц (5 мин) + 77 Гц (5 мин), которая, согласно инструкции, обеспечивает выраженный анальгетический эффект.

Неделя после операции (T3)

Через неделю после операции у пациентов исследуемых подгрупп со II скелетным классом отмечалась более низкая интенсивность болевых ощущений по сравнению с контрольной группой (ПВ: $2,4 \pm 1,0$, ПС: $2,2 \pm 0,8$ против $3,9 \pm 1,0$ в ПА, $p < 0,05$).

У пациентов с III скелетным классом значения также были ниже в исследуемых подгруппах (ПВ: $2,1 \pm 0,9$, ПС: $2,2 \pm 0,9$) по сравнению с ПА ($2,9 \pm 1,0$), однако различия между ПА и ПВ не достигли уровня статистической значимости ($p > 0,05$), в то время как между ПА и ПС они были статистически значимыми ($p < 0,01$).

Месяц после операции (T4)

Через месяц после операции отмечалось статистически значимое снижение уровня болевых ощущений в исследуемых подгруппах по сравнению с контрольной как у пациентов со II скелетным классом (ПВ: $1,4 \pm 0,7$, ПС: $1,5 \pm 0,8$ против $2,3 \pm 0,8$ в

ПА, $p < 0,05$), так и у пациентов с III скелетным классом (ПВ: $1,4 \pm 1,0$, ПС: $1,3 \pm 0,7$ против $2,4 \pm 0,6$ в ПА, $p < 0,01$).

Относительно высокие показатели по ВАШ спустя месяц можно объяснить тем, что в этот день проводилось снятие межчелюстной фиксации с попыткой открыть рот до максимальных значений. Таким образом, этот показатель не отражает уровень болевых ощущений на всём протяжении первого месяца. До снятия межчелюстной фиксации пациенты жалоб на боль практически не предъявляли.

Три месяца после операции (Т5)

Через 3 месяца уровень болевых ощущений у пациентов со II классом был равен 0.

У пациентов с III классом:

- в группе ПВ 3 пациента отметили ВАШ = 1 балл (среднее значение $0,2 \pm 0,4$),
- в группе ПА – 5 пациентов ВАШ = 1 балл, 1 пациент ВАШ = 2 балла (среднее $0,4 \pm 0,6$).

Болевые ощущения в отдалённом периоде локализовались преимущественно в околоушно-жевательной области. В Таблице 3.5 указаны средние значения уровня восприятия болевых ощущений по ВАШ боли.

Таблица 3.5 – Показатели субъективного восприятия уровня болевых ощущений пациентами по ВАШ боли

Группа	Подгруппа	До операции (Т0)	1-е сутки после операции (Т1)	3-е сутки после операции (Т2)	Через неделю после операции (Т3)	Через месяц после операции (Т4)	Через 3 месяца после операции (Т5)
II	ПА (контроль) 13 пациентов	0	$6,8 \pm 1,1$	$5,9 \pm 1$	$3,9 \pm 1$	$2,3 \pm 0,8$	0
	ПВ (ДЭНС после операции) 11 пациентов	0	$6,6 \pm 0,9$	$4,3 \pm 1,2$	$2,4 \pm 1$	$1,4 \pm 0,7$	0

Продолжение Таблицы 3.5

II	IIС (ДЭНС до и после операции) 12 пациентов	0	5,7±0,8	3,9±1,3	2,2±0,8	1,5±0,8	0
III	IIIА (контроль) 16 пациентов	0	6,9±0,9	6,2±0,9	2,9±1	2,4±0,6	0,4±0,6
	IIIВ (ДЭНС после операции) 16 пациентов	0	6,2±1	4,8±1	2,1±0,9	1,4±1	0,2±0,4
	IIIС (ДЭНС до и после операции) 15 пациентов	0	5,5±0,9	4,5±1,1	2,2±0,9	1,3±0,7	0

На Рисунке 3.5 представлен график значений уровня субъективного восприятия болевых ощущений пациентами разных подгрупп.

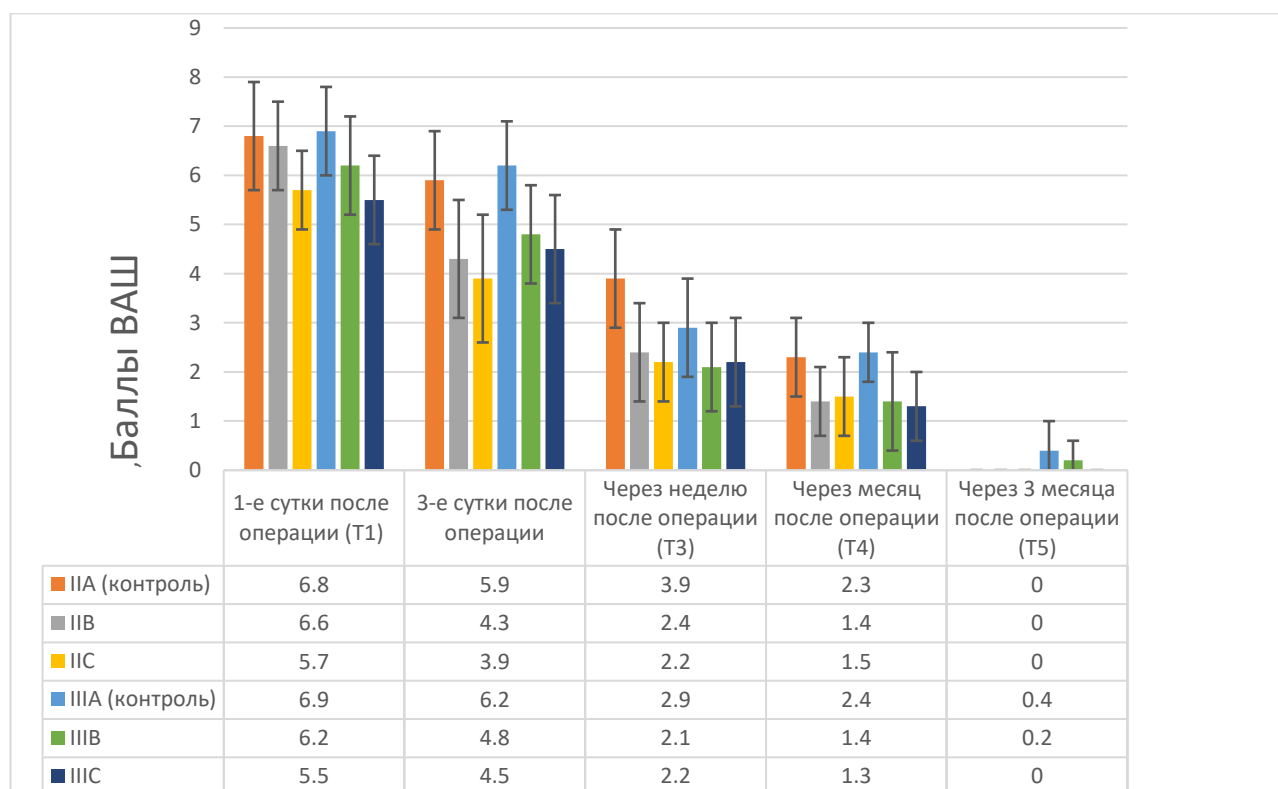


Рисунок 3.5 – Уровень субъективного восприятия боли по ВАШ

3.2.2 Результаты оценки качества жизни пациентов по индексу ОНПР-14

Дооперационные значения ОНПР-14 были сопоставимы в контрольных и исследуемых группах IIВ и IIIВ и составили: IIА – $17,2 \pm 2,5$; IIВ – $17,5 \pm 2,9$; IIIА – $17,7 \pm 2,5$; IIIВ – $17,6 \pm 2,5$, что свидетельствует об однородности исследуемых групп по исходному уровню нарушений качества жизни. У пациентов из групп IIС ($15,9 \pm 2,7$) и IIIС ($16,2 \pm 2,6$) показатели ОНПР-14 до операции были статистически значимо ниже, чем в контрольных группах IIА и IIIА соответственно ($p < 0,05$). Различий между пациентами со II и III скелетными классами при сопоставлении попарно подгрупп IIА и IIIА, IIВ и IIIВ до операции не обнаружено.

На Рисунке 3.6 представлены средние значения \pm стандартное отклонение показателей индекса ОНПР-14 в динамике у пациентов со II и III скелетными классами, разделённых на исследуемые (подгруппы IIВ, IIС, IIIВ и IIIС) и контрольные подгруппы (IIА и IIIА). Изменения индекса отражают субъективную оценку качества жизни пациентов в различные сроки после ортогнатической хирургии.

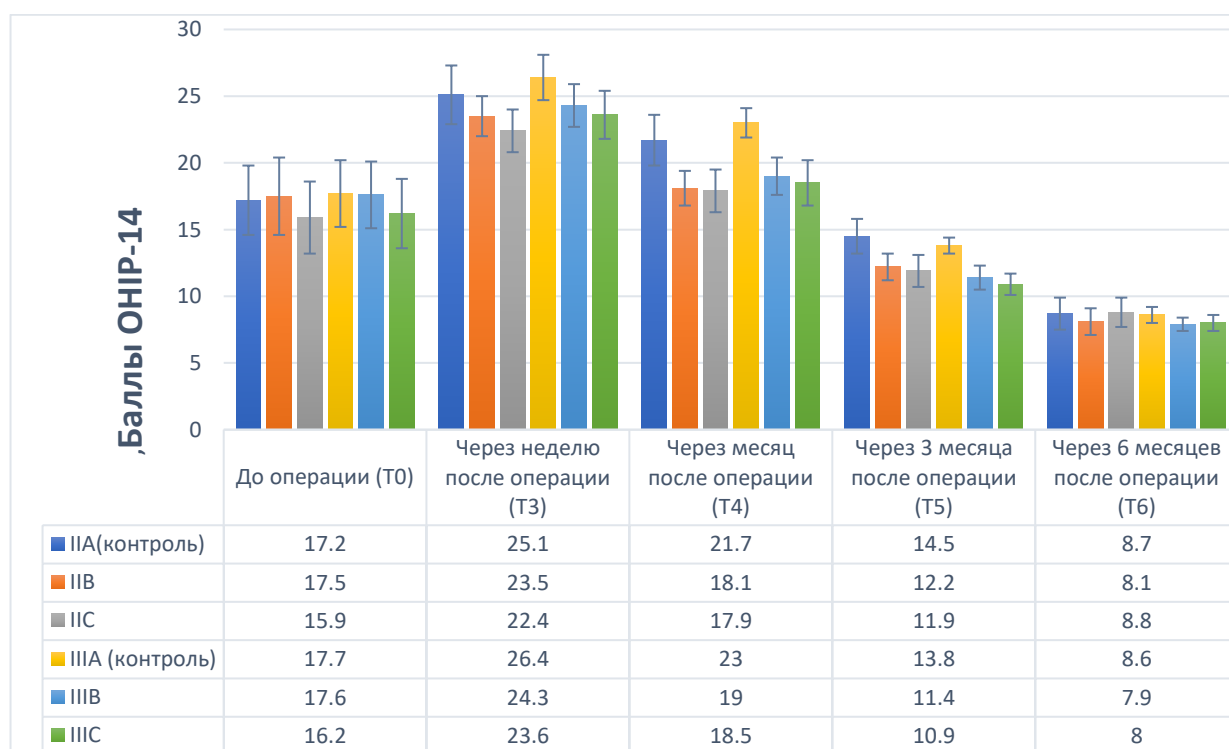


Рисунок 3.6 – Качество жизни пациентов в соответствии с опросником ОНПР-14

Через неделю после операции во всех группах наблюдался выраженный рост показателей ОНП-14: ПА – $25,1 \pm 2,2$; ПВ – $23,5 \pm 1,5$; ПС – $22,4 \pm 1,6$; ША – $26,4 \pm 1,7$; ШВ – $24,3 \pm 1,6$; ШС – $23,6 \pm 1,8$. Это соответствует резкому снижению качества жизни пациентов в раннем послеоперационном периоде. Однако у пациентов из исследуемых подгрупп (ПВ, ПС, ШВ и ШС), которым проводилась динамическая электронейростимуляция, значения индекса были достоверно ниже, чем в соответствующих контрольных подгруппах (ПА и ША) ($p < 0,05$). Кроме того, значения в подгруппах ПС и ШС были несколько ниже показателей подгрупп ПВ и ШВ, однако статистически значимых отличий не обнаружено. Также следует отметить, что пациенты с III скелетным классом в целом продемонстрировали более высокие значения ОНП-14 по сравнению с группами II класса, однако статистически значимая разница не была обнаружена.

Через месяц после операции появилась тенденция к снижению индекса в исследуемых группах: ПА – $21,7 \pm 1,9$; ПВ – $18,1 \pm 1,3$; ПС – $17,9 \pm 1,6$; ША – $23,0 \pm 1,1$; ШВ – $19,0 \pm 1,14$; ШС – $18,5 \pm 1,7$. Различия между исследуемыми и контрольными подгруппами оставались статистически значимыми ($p < 0,05$), при этом отмечалась менее выраженное различие между группами ПВ и ПС и ШВ и ШС при сохранении тенденции к более низким значениям в группах, где ДЭНС начинала проводится до хирургического вмешательства.

На сроке три месяца после операции отмечалось выраженное улучшение качества жизни во всех подгруппах: через 3 месяца – ПА: $14,5 \pm 1,3$; ПВ: $12,2 \pm 1,0$; ПС: $11,9 \pm 1,2$; ША: $13,8 \pm 0,6$; ШВ: $11,4 \pm 0,9$; ШС: $10,9 \pm 0,8$. При этом показатели в исследуемых группах ПВ, ПС и ШВ, ШС были соответственно ниже показателей контрольных групп ПА и ША соответственно.

Через 6 месяцев продолжилось снижение показателей по шкале ОНП-14 – ПА: $8,7 \pm 1,2$; ПВ: $8,1 \pm 1,0$; ПС: $8,8 \pm 1,1$; ША: $8,6 \pm 0,6$; ШВ: $7,9 \pm 0,5$; ШС: $8,0 \pm 0,6$. Различия между группами ПА и ПВ были статистически значимыми ($p < 0,01$), при этом значения индекса в подгруппе ПВ оставались ниже. Значения в подгруппе ША были статистически значимо выше значений в подгруппах ШВ и ШС ($p < 0,05$) (Таблица 3.6).

Таблица 3.6 – Показатели оценки качества жизни пациентов по опроснику ОНПР-14

Подгруппа	До операции (Т0)	Через неделю после операции (Т3)	Через месяц после операции (Т4)	Через 3 месяца после операции (Т5)	Через 6 месяцев после операции (Т6)
ПА(контроль), 13 пациентов	17,2±2,6	25,1±2,2	21,7±1,9	14,5±1,3	8,7±1,2
ПВ (ДЭНС после операции), 11 пациентов	17,5±2,9	23,5±1,5	18,1±1,3	12,2±1,0	8,1±1,0
ПС (ДЭНС до и после операции), 12 пациентов	15,9±2,7	22,4±1,6	17,9±1,6	11,9±1,2	8,8±1,1
ША (контроль), 16 пациентов	17,7±2,5	26,4±1,7	23,0±1,1	13,8±0,6	8,6±0,6
ПШВ (ДЭНС после операции), 16 пациентов	17,6±2,5	24,3 ± 1,6	19,0 ± 1,4	11,4±0,9	7,9±0,5
ПШС (ДЭНС до и после операции), 15 пациентов	16,2±2,6	23,6 ± 1,8	18,5± 1,7	10,9±0,8	8,0±0,6

3.2.3 Параметры экскурсии нижней челюсти

Максимальное открывание рта

На дооперационном этапе (Т0) показатели максимального открывания рта (МОР) во всех подгруппах находились в пределах возрастной нормы. У пациентов со II скелетным классом в контрольной подгруппе (IIА) МОР составило $40,1 \pm 3$ мм, в исследуемых подгруппах IIВ и IIС – $39,7 \pm 2,7$ мм и $40,2 \pm 2,9$ мм соответственно. Статистически значимых различий между подгруппами внутри групп II не выявлено ($p > 0,05$), что говорит об однородности выборки.

У пациентов с III скелетным классом значения МОР были статистически значимо выше ($p < 0,05$) по сравнению с пациентами со II скелетным классом: $46,4 \pm 3,4$ мм в контрольной группе (IIIА), $46,1 \pm 3,7$ мм – в подгруппе IIIВ и $46,2 \pm 4,1$ мм – в подгруппе IIIС. Различия между подгруппами III класса статистически значимо между собой не отличались ($p > 0,05$).

В контрольной группе здоровых добровольцев (I группа) МОР составило $45,2 \pm 4,5$ мм, что было статистически значимо выше, чем у пациентов со II скелетным классом ($p < 0,05$), однако отличий по сравнению с пациентами III класса не выявлено ($p > 0,05$) (Таблица 3.7) [149].

Таблица 3.7 – Максимальное открывание рта в мм (среднее значение \pm стандартное отклонение) [145]

Подгруппа	До операции	1-е сутки после операции	Через месяц после операции	Через 3 месяца после операции
IIА (контроль) 13 пациентов	$40,1 \pm 3$	$17,9 \pm 2,2$	$10 \pm 1,5$	$36,8 \pm 1,6$
IIВ (ДЭНС после операции) 11 пациентов	$39,7 \pm 2,7$	$17,5 \pm 2,3$	$14,9 \pm 1,8$	$40,2 \pm 2,6$

Продолжение Таблицы 3.7

ПС (ДЭНС до и после операции) 12 пациентов	40,2±2,9	20,4±2,6	15,3±2,1	39,8±2,9
ША (контроль) 16 пациентов	46,4±3,4	18,1±2,6	13,1±2,7	38,9±2,3
ШВ (ДЭНС после операции) 16 пациентов	46,1±3,7	19,1±2,8	18,3±2,7	40±2,6
ШС (ДЭНС до и после операции) 15 пациентов	46,2±4,1	20,7±3,0	17,9±2,2	40,8±3,2
I группа (30 добровольцев)	45,2±4,5	Операция не проводилась		

Следует отметить, что дооперационные значения не могут рассматриваться как целевые показатели после хирургического вмешательства, поскольку в ходе операции меняется положение челюстей, включая наклон и пространственную ориентацию фронтального сегмента верхней челюсти.

На 1-е сутки после ортогнатической операции во всех исследуемых подгруппах наблюдалось значительное уменьшение МОР. У пациентов со II скелетным классом в контрольной группе (ПА) оно составило 17,9±2,2 мм, что было сопоставимо с показателем в подгруппе ПВ (17,5±2,3 мм), однако в подгруппе ПС (применение ДЭНС до и после операции) МОР было статистически значимо выше – 20,4±2,6 мм ($p<0,05$).

У пациентов с III скелетным классом также отмечено снижение МОР: 18,1±2,6 мм в контрольной группе, 19,1±2,8 мм – в подгруппе ШВ и 20,7±3,0 мм – в подгруппе ШС. Значение в последней было статистически достоверно выше по сравнению с контролем ($p<0,05$).

Через месяц после операции, после снятия межчелюстной фиксации, у всех пациентов наблюдалось дальнейшее снижение МОР, что связано с периодом иммобилизации и гиподисфункцией жевательной мускулатуры. У пациентов со II классом МОР составило $10 \pm 1,5$ мм в контрольной подгруппе, $14,9 \pm 1,8$ мм – в ПВ и $15,3 \pm 2,1$ мм – в ПС. В обеих исследуемых подгруппах показатели были статистически значимо выше по сравнению с контролем ($p < 0,05$).

Сходная динамика наблюдалась у пациентов с III классом: в контрольной группе (ША) МОР составило $13,1 \pm 2,7$ мм, тогда как в подгруппах ПВ и ПС – $18,3 \pm 2,7$ мм и $17,9 \pm 2,2$ мм соответственно, что статистически значимо выше показателей контрольной подгруппы ($p < 0,05$) [147]. Примечательно, что в подгруппе ПВ значения МОР через месяц после операции не отличались статистически значимо от показателей на 1-е сутки ($19,1 \pm 2,8$ мм против $18,3 \pm 2,7$ мм, $p > 0,05$), что может свидетельствовать о меньшей выраженности контрактурных изменений.

Через 3 месяца после операции во всех исследуемых группах наблюдалась положительная динамика и восстановление МОР. У пациентов со II скелетным классом в контрольной подгруппе (IIA) МОР составило $36,8 \pm 1,6$ мм, тогда как в исследуемых подгруппах МОР составило $40,2 \pm 2,6$ мм (ПВ) и $39,8 \pm 2,9$ мм (ПС). В подгруппах ПВ и ПС показатель был статистически значимо выше по сравнению с контрольной группой ($p < 0,05$), тогда как между подгруппами ПВ и ПС, как наглядно продемонстрировано на Рисунке 3.7, показатели статистически значимо не отличались ($p > 0,05$). У пациентов с III скелетным классом через 3 месяца МОР составило $38,9 \pm 2,3$ мм в контрольной группе, $40,0 \pm 2,6$ мм – в подгруппе ПВ и $40,8 \pm 3,2$ мм – в подгруппе ПС [147]. При этом статистически значимых различий между подгруппами III класса на данном этапе не выявлено ($p > 0,05$).

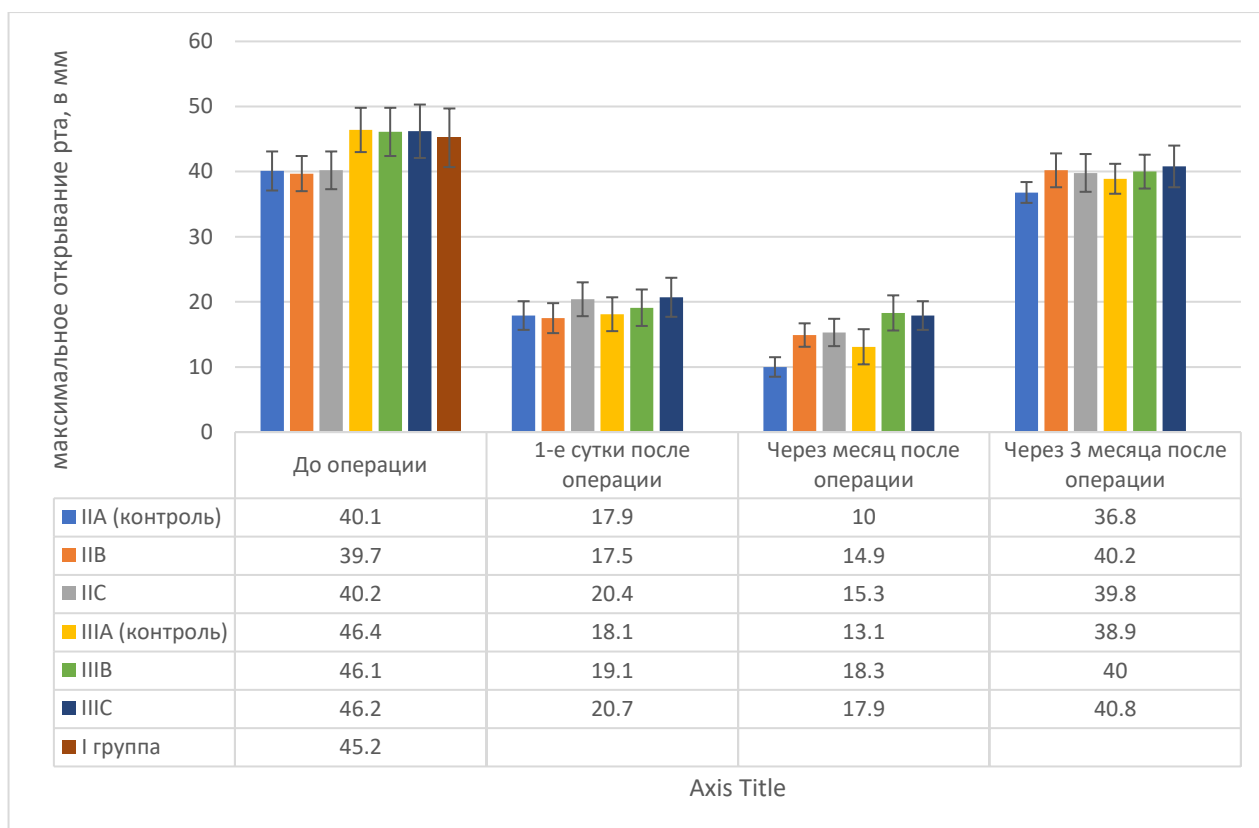


Рисунок 3.7 – Показатели максимального открывания рта

Протрузия

На дооперационном этапе (T0) значения амплитуды протрузии у всех пациентов соответствовали физиологической норме. У пациентов со II скелетным классом средние показатели составили $5,7 \pm 0,5$ мм в контрольной подгруппе (IIA), $5,8 \pm 0,6$ мм в подгруппе IIB (с ДЭНС после операции) и $5,9 \pm 0,5$ мм в подгруппе IIC (ДЭНС до и после операции). Между подгруппами статистически значимых различий не отмечалось ($p > 0,05$). У пациентов с III скелетным классом значения были несколько выше и составили $5,9 \pm 0,6$ мм (IIIA), $6,0 \pm 0,7$ мм (IIIB) и $6,1 \pm 0,6$ мм (IIIC), также без значимых отличий между подгруппами ($p > 0,05$). Показатель в группе здоровых добровольцев (I класс) составил $6,0 \pm 0,9$ мм, статистически не отличаясь от дооперационных значений пациентов исследуемых групп ($p > 0,05$) (Таблица 3.8)

Таблица 3.8 – Показатели протрузии

Подгруппа	До операции	1 сутки после операции	Через месяц после операции	Через 3 месяца после операции
IIА (контроль)	5.7±0.5	2.6±0.5	3.6±0.5	5.3±0.7
IIВ (ДЭНС после)	5.8±0.6	2.5±0.5	4.3±0.5	5.6±0.6
IIС (ДЭНС до и после)	5.9±0.5	3.3±0.7	4.4±0.6	5.7±0.5
IIIА (контроль)	5.9±0.6	2.7±0.6	3.8±0.8	5.4±0.8
IIIВ (ДЭНС после)	6.0±0.7	2.8±0.8	4.5±0.6	5.8±0.9
IIIС (ДЭНС до и после)	6.1±0.6	3.4±0.6	4.6±0.7	5.9±0.5
I класс (здоровые)	6.0±0,9	–	–	–

На 1-е сутки после хирургического вмешательства во всех подгруппах было зафиксировано резкое снижение амплитуды протрузии, что объясняется болевым синдромом и отёком тканей. В группе пациентов со II скелетным классом значения составили 2,6±0,5 мм (IIА), 2,5±0,5 мм (IIВ) и 3,3±0,7 мм (IIС). Между подгруппами IIА и IIВ достоверных различий не отмечалось ($p>0,05$), в то время как в подгруппе IIС наблюдалось статистически значимо большее значение по сравнению с подгруппами, в которых ДЭНС до операции не проводилась ($p<0,05$).

Сходная динамика была зафиксирована у пациентов с III скелетным классом: протрузия на 1-е сутки после операции составила 2,7±0,6 мм в контрольной подгруппе (IIIА), 2,8±0,8 мм в подгруппе IIIВ и 3,4±0,6 мм в подгруппе IIIС. Различия между IIIА и IIIВ были статистически незначимы ($p>0,05$), а значения в

подгруппе ШС были статистически значимо выше, чем в контрольной подгруппе и подгруппе ШВ($p<0,05$) [147].

Через месяц после операции, сразу после снятия межчелюстной фиксации, у пациентов с II скелетным классом в контрольной подгруппе (IIА) протрузия составила $3,6\pm 0,5$ мм, тогда как в подгруппах IIВ и IIС – $4,3\pm 0,5$ мм и $4,4\pm 0,6$ мм соответственно. При этом показатели в обеих исследуемых подгруппах были статистически значимо выше, чем в контрольной ($p<0,05$), между собой различий не выявлено ($p>0,05$).

У пациентов с III скелетным классом амплитуда протрузии через месяц составила $3,8\pm 0,8$ мм (IIIА), $4,5\pm 0,6$ мм (IIIВ) и $4,6\pm 0,7$ мм (IIIС), при этом в обеих исследуемых подгруппах значения также достоверно превышали показатели контрольной ($p<0,05$), без статистически значимых различий между IIIВ и IIIС ($p>0,05$).

Через 3 месяца после операции во всех подгруппах продолжилась положительная динамика. У пациентов со II скелетным классом протрузия составила $5,3\pm 0,7$ мм в контрольной группе (IIА), $5,6\pm 0,6$ мм в IIВ и $5,7\pm 0,5$ мм в IIС. Значения в подгруппе IIВ статистически значимо превышали показатели контрольной подгруппы ($p<0,05$), между IIВ и IIС различий не выявлено ($p>0,05$). У пациентов с III классом данные составили $5,4\pm 0,8$ мм (IIIА), $5,8\pm 0,9$ мм (IIIВ) и $5,9\pm 0,5$ мм (IIIС), при этом различия оставались статистически незначимыми ($p>0,05$).

Латеротрузия

До операции статистически значимых различий в показателях латеротрузии между подгруппами не обнаружено. В Таблице 3.9 представлены показатели латеротрузии вправо (в мм) \pm стандартное отклонение на временных промежутках до операции, на следующие сутки после операции, через месяцев после операции после снятия межчелюстной фиксации и через 3 месяца после операции.

Таблица 3.9 – Латеротрузия вправо (в мм) \pm стандартное отклонение

Подгруппа	До операции	1 сутки после операции	Через месяц после операции	Через 3 месяца после операции
ПА (контроль)	7.0 \pm 0.6	2.0 \pm 0.6	3.1 \pm 0.5	6.7 \pm 0.5
ПВ (ДЭНС после)	7.0 \pm 0.7	2.1 \pm 0.6	4.0 \pm 0.6	7.2 \pm 0.5
ПС (ДЭНС до и после)	7.1 \pm 0.6	2.5 \pm 0.6	4.1 \pm 0.6	7.3 \pm 0.5
ПАА (контроль)	7.1 \pm 0.7	2.1 \pm 0.6	3.2 \pm 0.6	6.9 \pm 0.5
ПВА (ДЭНС после)	7.2 \pm 0.6	2.3 \pm 0.6	4.2 \pm 0.6	7.4 \pm 0.5
ПВС (ДЭНС до и после)	7.2 \pm 0.6	2.6 \pm 0.6	4.3 \pm 0.5	7.5 \pm 0.5
I класс (здоровые)	7.0 \pm 1.0	–	–	–

В Таблице 3.10 представлены показатели латеротрузии влево (в мм) \pm стандартное отклонение на тех же временных промежутках.

Таблица 3.10 – Латеротрузия влево (в мм) \pm стандартное отклонение

Подгруппа	До операции	1 сутки после операции	Через месяц после операции	Через 3 месяца после операции
ПА (контроль)	7.2 \pm 0.5	2.2 \pm 0.5	3.0 \pm 0.5	6.8 \pm 0.4
ПВ (ДЭНС после)	7.1 \pm 0.6	2.2 \pm 0.5	3.9 \pm 0.5	7.3 \pm 0.5

Продолжение Таблицы 3.10

ПС (ДЭНС до и после)	7.2±0.5	2.6±0.6	4.0±0.5	7.4±0.4
ША (контроль)	7.3±0.6	2.2±0.5	3.1±0.5	7.0±0.5
ПВ (ДЭНС после)	7.3±0.6	2.4±0.6	4.1±0.6	7.5±0.5
ПС (ДЭНС до и после)	7.4±0.5	2.7±0.6	4.2±0.5	7.6±0.4
I класс (здоровые)	7.1±0.9	–	–	–

На 1-е сутки после ортогнатической операции во всех исследуемых подгруппах наблюдалось значительное снижение латеротрузии в обе стороны. У пациентов со II скелетным классом в контрольной подгруппе (ША) латеротрузия вправо составила $2,0 \pm 0,6$ мм, влево – $2,2 \pm 0,5$ мм, что было сопоставимо с показателями подгруппы ПВ (вправо: $2,1 \pm 0,6$ мм; влево: $2,2 \pm 0,5$ мм; $p > 0,05$). В подгруппе ПС (применение ДЭНС до и после операции) латеротрузия была статистически значимо выше – $2,5 \pm 0,6$ мм вправо и $2,6 \pm 0,6$ мм влево ($p < 0,05$ по сравнению с контролем).

У пациентов с III скелетным классом также отмечено снижение латеротрузии: в контрольной подгруппе ША – $2,1 \pm 0,6$ мм вправо и $2,2 \pm 0,5$ мм влево; в подгруппе ПВ – $2,3 \pm 0,6$ мм и $2,4 \pm 0,6$ мм соответственно ($p > 0,05$). В подгруппе ПС латеротрузия была статистически значимо выше по сравнению с контролем (вправо: $2,6 \pm 0,6$ мм; влево: $2,7 \pm 0,6$ мм; $p < 0,05$).

Через месяц после операции, после снятия межчелюстной фиксации, латеротрузия у пациентов со II классом оставалась сниженной. В контрольной подгруппе ПА она составила $3,1 \pm 0,5$ мм вправо и $3,0 \pm 0,5$ мм влево, тогда как в подгруппе ПВ значения были статистически значимо выше – $4,0 \pm 0,6$ мм и

$3,9 \pm 0,5$ мм соответственно ($p < 0,05$). Аналогичные показатели наблюдались в подгруппе ПС – $4,1 \pm 0,6$ мм вправо и $4,0 \pm 0,5$ мм влево, статистически значимо в сравнении с контролем ($p < 0,05$); при этом статистически значимых различий между ПВ и ПС не выявлено ($p > 0,05$).

У пациентов с III скелетным классом латеротрузия в контрольной подгруппе ША составила $3,2 \pm 0,6$ мм вправо и $3,1 \pm 0,5$ мм влево, в то время как в подгруппах ШВ и ШС отмечались статистически значимо более высокие значения: $4,2 \pm 0,6$ мм и $4,3 \pm 0,5$ мм (вправо), $4,1 \pm 0,6$ мм и $4,2 \pm 0,5$ мм (влево) соответственно ($p < 0,05$).

Через 3 месяца после операции во всех подгруппах отмечалась положительная динамика латеротрузии. У пациентов со II скелетным классом латеротрузия в контрольной подгруппе (IIА) составила $6,7 \pm 0,5$ мм вправо и $6,8 \pm 0,4$ мм влево, приближаясь к дооперационным значениям. В подгруппе ПВ показатели были статистически значимо выше ($7,2 \pm 0,5$ мм вправо и $7,3 \pm 0,5$ мм влево; $p < 0,05$). В подгруппе ПС – $7,3 \pm 0,5$ мм и $7,4 \pm 0,4$ мм – статистически значимых различий с подгруппой ПВ не зафиксировано ($p > 0,05$).

У пациентов с III скелетным классом латеротрузия в контрольной группе (ША) составила $6,9 \pm 0,5$ мм вправо и $7,0 \pm 0,5$ мм влево. В подгруппе ШВ показатели были статистически значимо выше ($7,4 \pm 0,5$ мм и $7,5 \pm 0,5$ мм соответственно; $p < 0,05$), в подгруппе ШС латеротрузия также была выше (вправо: $7,5 \pm 0,5$ мм; влево: $7,6 \pm 0,4$ мм), однако различия с подгруппой ШВ статистически значимыми не были ($p > 0,05$).

3.2.4 Данные электромиографии

3.2.4.1 Показатели электромиографии у пациентов со II скелетным классом

Жевательные мышцы

Максимальное волевое сжатие челюстей

Дооперационные значения ЭМГ-активности *m. masseter* в подгруппах были сопоставимы: IIА – 531 ± 51 мкВ, ПВ – 527 ± 52 мкВ, ПС – 540 ± 56 мкВ ($p > 0,05$).

Все значения были статистически значимо ниже, чем в контрольной группе здоровых добровольцев (950 ± 103 мкВ, $p < 0,05$), что согласуется с ранее опубликованными нами данными [39].

Через 3 месяца после операции во всех группах наблюдалось снижение биоэлектрической активности. Однако у пациентов, получавших ДЭНС-терапию, значения были достоверно выше, чем в контрольной группе: 359 ± 28 мкВ в ПВ, 366 ± 32 мкВ в ПС против 311 ± 24 мкВ в ПА ($p < 0,05$). При этом между исследуемыми подгруппами ПВ и ПС статистически значимой разницы не выявлено ($p > 0,05$), что может указывать на сопоставимый эффект терапии независимо от её начала до или после операции.

Через 6 месяцев после вмешательства ЭМГ-активность продолжила расти. В контрольной подгруппе она составила 479 ± 91 мкВ, в то время как в ПВ – 604 ± 102 мкВ, а в ПС – 610 ± 108 мкВ. Различия между контрольной и исследуемыми подгруппами оставались статистически значимыми ($p < 0,05$), тогда как между ПВ и ПС они вновь отсутствовали ($p > 0,05$) (Таблица 3.11).

Таблица 3.11 – Показатели ЭМГ-активности у пациентов со II скелетным классом (среднее значение максимальной амплитуды жевательной и височной мышц (в мкВ) \pm стандартное отклонение)

	Проба	Группа	До операции	Через 3 месяца после операции	Через 6 месяцев после операции
m. masseter (в мкВ)	Максимальное волевое сжатие челюстей	ПА- контрольная (13 пациентов)	531 ± 51	311 ± 24	479 ± 91
		ПВ -ДЭНС после операции (11 пациентов)	527 ± 52	$359 \pm 28^*$	$604 \pm 102^*$
		ПС – ДЭНС до и после операции (12 пациентов)	540 ± 56	$366 \pm 32^*$	$610 \pm 108^*$
		I – здоровые добровольцы (30 человек)	950 ± 103	Операция не проводилась	

Продолжение Таблицы 3.11

m. masseter (в мкВ)	расслабление	ПА- контрольная (13 пациентов)	44±6,2	44±5,4	37±7,6#
		ПВ -ДЭНС после операции (11 пациентов)	45±5,9	39±4,9*	35±8,2#
		ПС – ДЭНС до и после операции (12 пациентов)	38±8,4*,**	37±5,2*	34±9,6#
		I – здоровые добровольцы (30 человек)	33±10	Операция не проводилась	
m. temporalis (в мкВ)	Максимальное волевое сжатие челюстей	ПА- контрольная (13 пациентов)	713±116	780±111	1076±155
		ПВ -ДЭНС после операции (11 пациентов)	722±110	840±95	1091±201
		ПС – ДЭНС до и после операции (12 пациентов)	730±118	837±96	1066±164
		I – здоровые добровольцы (30 человек)	1052±133	Операция не проводилась	
	расслабление	ПА- контрольная (13 пациентов)	45±5,1	44±5,7	39±6,5#
		ПВ -ДЭНС после операции (11 пациентов)	44,8±5,2	39±5,1*	37±6,8#
		ПС – ДЭНС до и после операции (12 пациентов)	38,4±7,2*,**	38,0±6,9*	36,8±7,4#
		I – здоровые добровольцы (30 человек)	36±9,0	Операция не проводилась	
Примечание: * – статистически значимое отличие между исследуемой и контрольной подгруппами в пределах одного временного периода ($p < 0,05$).					
** – статистически значимое отличие между исследуемыми подгруппами (ПА и ПВ; ПА и ППВ) в пределах одного временного периода ($p < 0,05$).					
# – различия между исследуемой подгруппой или контрольной подгруппой и группой здоровых добровольцев (группа I) не достигли уровня статистической значимости ($p > 0,05$).					

Состояние покоя

На этапе до операции у всех пациентов фиксировалась повышенная ЭМГ-активность *m. masseter* в состоянии покоя по сравнению с нормой: $44 \pm 6,2$ мкВ (IIA), $45 \pm 5,9$ мкВ (IIB), $38 \pm 8,4$ мкВ (IIC) против 33 ± 10 мкВ у здоровых добровольцев ($p < 0,05$). При этом в подгруппе IIC активность была статистически значимо ниже, чем IIB ($38 \pm 8,4$ мкВ и $45 \pm 5,9$ мкВ, $p < 0,05$), но различия между подгруппами IIC и IIA не достигали уровня статистической значимости ($p > 0,05$).

Через 3 месяца показатели снизились во всех группах. В IIB активность составила $39 \pm 4,9$ мкВ, в IIC – $37 \pm 5,2$ мкВ, тогда как в IIA она оставалась на уровне $44 \pm 5,4$ мкВ. Статистически значимая разница зафиксирована между IIB и IIA ($p < 0,05$); между IIC и IIA также отмечено достоверное снижение ($p < 0,05$), в то время как между IIB и IIC различий не наблюдалось ($p > 0,05$).

К 6 месяцам значения во всех подгруппах приблизились к физиологической норме - 33 ± 10 мкВ (группа I): $37 \pm 7,6$ мкВ (IIA), $35 \pm 8,2$ мкВ (IIB), $34 \pm 9,6$ мкВ (IIC). По результатам однофакторного дисперсионного анализа статистически значимых различий между группами **не выявлено** (ANOVA: $F(3,62)=1,02$, $p=0,39$). Попарные сравнения также не показали достоверных различий ($p > 0,05$ во всех случаях), что отражает восстановление функционального баланса мышцы в состоянии покоя.

Рисунок 3.8 демонстрирует электромиографическую активность жевательной и височной мышцы при максимальном произвольном сжатии челюстей у пациентов со II скелетным классом. Значения для группы I (здоровые добровольцы) показаны только в исходной точке, так как динамическое наблюдение не проводилось.

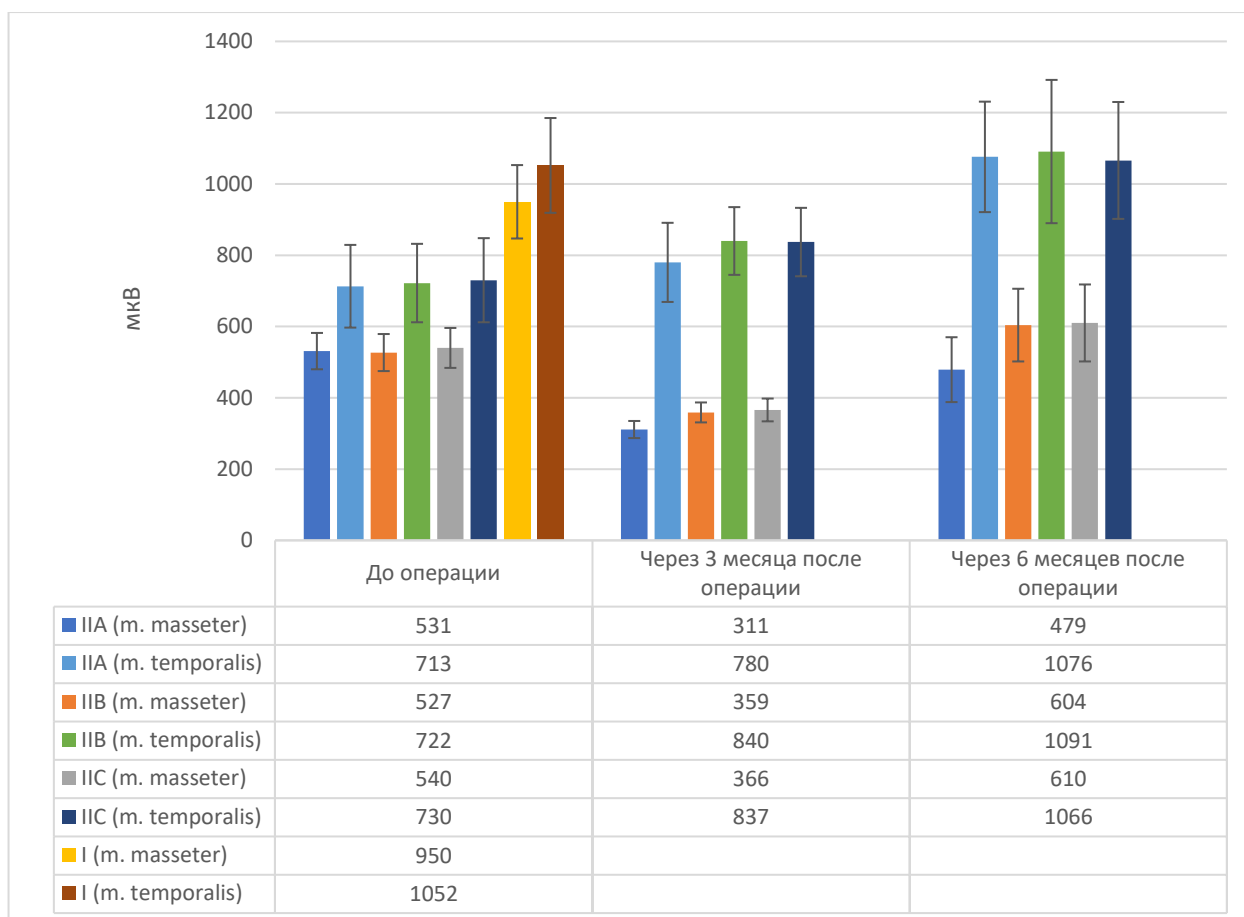


Рисунок 3.8 – Электромиографическая активность жевательной и височной мышцы при максимальном произвольном сжатии челюстей у пациентов со II скелетным классом (средние значения максимальной амплитуды \pm стандартное отклонение, в мкВ)

Височные мышцы

Максимальное волевое сжатие челюстей

Дооперационные значения ЭМГ-активности височной мышцы были снижены по сравнению с контрольной группой здоровых добровольцев (IIA – 713 ± 116 мкВ, IIB – 722 ± 110 мкВ, IIC – 730 ± 118 мкВ против 1052 ± 133 мкВ, $p < 0,05$). При этом статистически значимых различий между подгруппами IIA, IIB и IIC не зафиксировано ($p > 0,05$).

Через 3 месяца после операции наблюдалось увеличение ЭМГ-активности во всех группах (IIA – 780 ± 111 мкВ, IIB – 840 ± 95 мкВ, IIC – 837 ± 96 мкВ). Несмотря на численное превосходство показателей в исследуемых подгруппах, различия как между IIA и IIB, так и между IIA и IIC не достигли уровня статистической

значимости ($p>0,05$). Также не выявлено достоверной разницы между подгруппами ПВ и ПС ($p>0,05$).

К 6 месяцам ЭМГ-активность продолжила расти во всех группах, приближаясь к значениям здоровых добровольцев. В подгруппах ПВ и ПС значения составили 1091 ± 201 мкВ и 1066 ± 164 мкВ соответственно, в то время как в контрольной подгруппе (ПА) – 1076 ± 155 мкВ. Статистически значимых различий между группами на данном этапе также не выявлено ($p>0,05$). В группе здоровых добровольцев показатель равнялся **1052 ± 133 мкВ**. Статистически значимых различий между всеми подгруппами и нормой **не выявлено (ANOVA: $F=0,13$, $p=0,94$; парные сравнения: $p>0,05$)**

Состояние покоя

На дооперационном этапе уровень ЭМГ-активности *m. temporalis* в покое был повышен по сравнению с нормой (ПА – $45 \pm 5,1$ мкВ, ПВ – $44,8 \pm 5,2$ мкВ, ПС – $38,4 \pm 7,2$ мкВ против $36 \pm 9,0$ мкВ у здоровых добровольцев, $p<0,05$). При этом в подгруппе ПС активность была статистически значимо ниже, чем в подгруппах ПА и ПВ ($p<0,05$), что может указывать на выраженную нормализацию мышечного тонуса при проведении ДЭНС как до операции.

Через 3 месяца после операции в обеих исследуемых подгруппах (ПВ – $39 \pm 5,1$ мкВ, ПС – $38,0 \pm 6,9$ мкВ) отмечалось снижение активности по сравнению с ПА ($44 \pm 5,7$ мкВ). Статистически значимое отличие зафиксировано между ПВ и ПА ($p<0,05$), и между ПС и ПА ($p<0,05$), между ПВ и ПС – статистически значимых различий не обнаружено ($p>0,05$).

К 6 месяцам все значения нормализовались и приблизились к показателям здоровых добровольцев: $39 \pm 6,5$ мкВ (ПА), $37 \pm 6,8$ мкВ (ПВ), $36,8 \pm 7,4$ мкВ (ПС). Статистически значимых различий между подгруппами и группой I не выявлено ($p>0,05$).

На Рисунке 3.9 продемонстрированы значения электромиографической активности жевательной и височной мышцы при расслаблении у пациентов со II скелетным классом (средние значения максимальной амплитуды \pm стандартное

отклонение, в мкВ), про этом значения для группы I приведены только для исходного уровня, так как динамика не оценивалась.

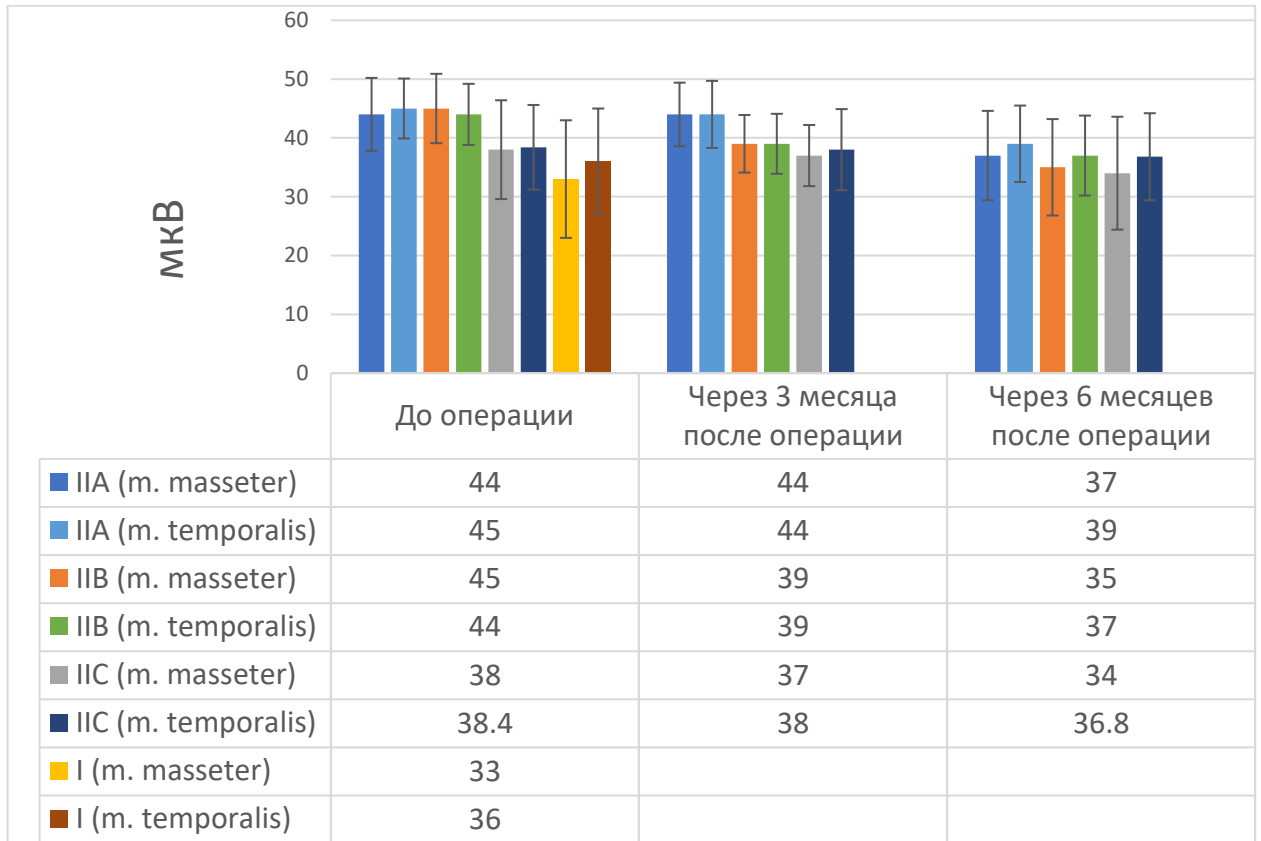


Рисунок 3.9 – Электромиографическая активность жевательной и височной мышцы при расслаблении у пациентов со II скелетным классом (средние значения максимальной амплитуды \pm стандартное отклонение, в мкВ)

3.2.4.2 Показатели электромиографии у пациентов с III скелетным классом

Жевательные мышцы

Максимальное волевое сжатие челюстей

До операции значения ЭМГ-активности *m. masseter* в подгруппах были сопоставимы: IIIA – 583 ± 55 мкВ, IIIB – 576 ± 57 мкВ, IIIC – 603 ± 77 мкВ ($p > 0,05$). Все значения были статистически значимо ниже, чем у здоровых добровольцев (950 ± 103 мкВ, $p < 0,05$).

Через 3 месяца после операции во всех группах наблюдалось снижение биоэлектрической активности: IIIA – 369 ± 21 мкВ, IIIB – 425 ± 33 мкВ, IIIC – 430 ± 40 мкВ. При этом в обеих исследуемых подгруппах значения были статистически значимо выше, чем в контрольной ($p < 0,05$), но между IIIB и IIIC различий не выявлено ($p > 0,05$).

К 6 месяцам показатели увеличились: IIIA – 501 ± 56 мкВ, IIIB – 624 ± 72 мкВ, IIIC – 627 ± 84 мкВ (Рисунок 3.10). Различия между контрольной и исследуемыми подгруппами сохранялись ($p < 0,05$), в то время как IIIB и IIIC вновь не различались между собой ($p > 0,05$).

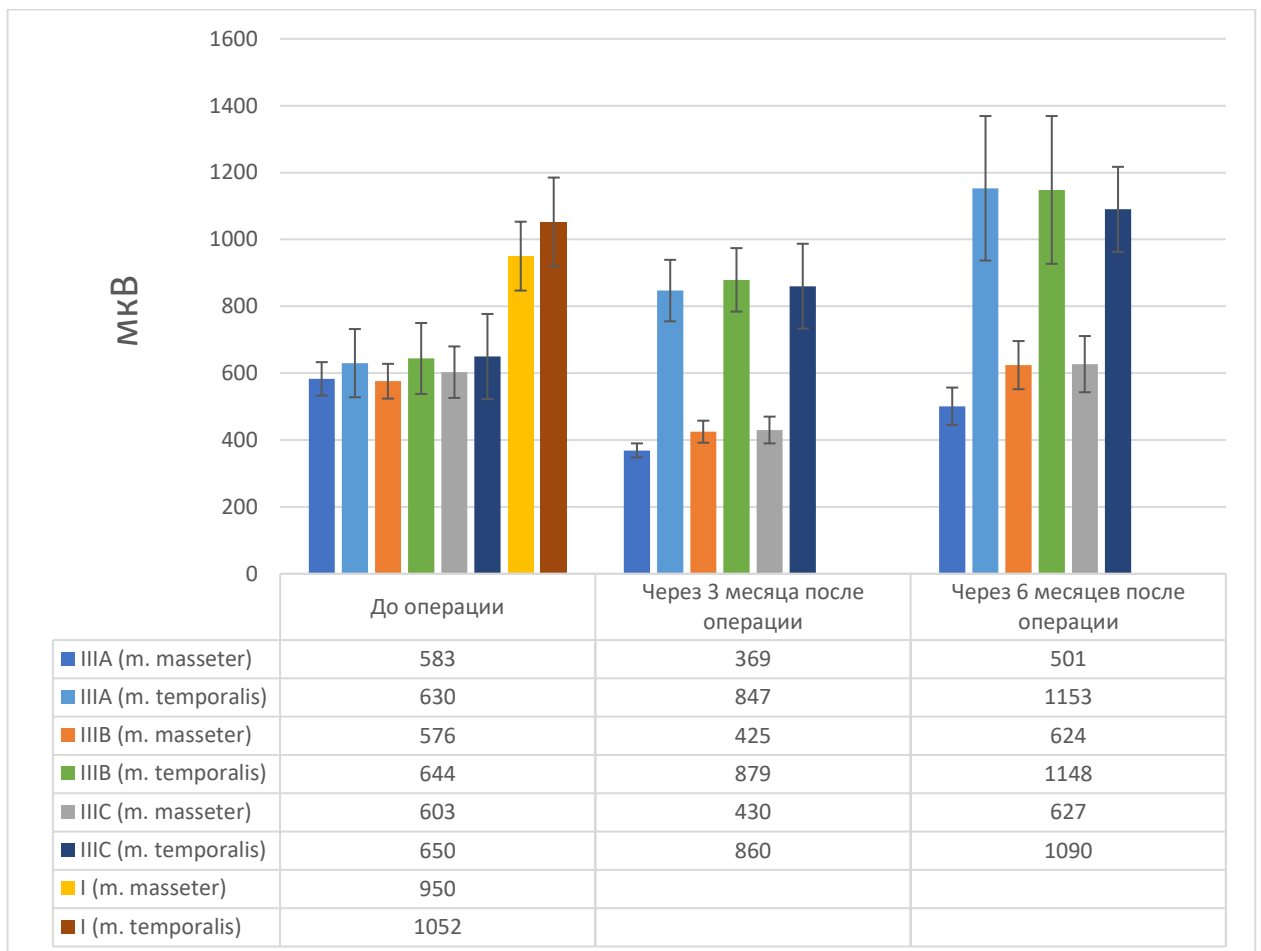


Рисунок 3.10 – Электромиографическая активность жевательной и височной мышцы при максимальном произвольном сжатии челюстей у пациентов с III скелетным классом (средние значения максимальной амплитуды \pm стандартное отклонение, в мкВ)

Состояние покоя

До операции активность *m. masseter* в покое была повышена по сравнению с нормой (ША – $45 \pm 5,1$ мкВ, ШВ – $44 \pm 5,6$ мкВ, ШС – $38 \pm 4,6$ мкВ против 33 ± 10 мкВ у здоровых добровольцев, $p < 0,05$). При этом активность в подгруппе ШС была статистически значимо ниже, чем в ША и ШВ ($p < 0,05$), тогда как различий между ША и ШВ не выявлено ($p > 0,05$) (Рисунок 3.11).

Через 3 месяца активность снизилась: ША – $44 \pm 4,7$ мкВ, ШВ – $40 \pm 5,3$ мкВ, ШС – $36 \pm 4,4$ мкВ. Значения в подгруппах ШВ и ШС были статистически значимо ниже, чем в контрольной группе ША ($p < 0,05$). Отмечалась тенденция к более низким значениям в подгруппе ШС по сравнению с ШВ, однако различие не достигало статистической значимости ($p > 0,05$).

Через 6 месяцев показатели составили: ША – $35 \pm 5,4$ мкВ, ШВ – $34 \pm 4,7$ мкВ, ШС – $33 \pm 6,2$ мкВ. Различия между всеми группами отсутствовали ($p > 0,05$), что указывает на нормализацию мышечного тонуса (Таблица 3.12).

Таблица 3.12 – Показатели ЭМГ-активности у пациентов с III скелетным классом (среднее значение максимальной амплитуды жевательной и височной мышц (в мкВ) \pm стандартное отклонение)

	Проба	Группа	До операции	Через 3 месяца после операции	Через 6 месяцев после операции
<i>m. masseter</i> (в мкВ)	Максимальное волевое сжатие челюстей	ША- контрольная (16 пациентов)	583 ± 55	369 ± 21	501 ± 56
		ШВ -ДЭНС после операции (16 пациентов)	576 ± 57	$425 \pm 33^*$	$624 \pm 72^*$
		ШС – ДЭНС до и после операции (16 пациентов)	603 ± 77	$430 \pm 40^*$	$627 \pm 84^*$
		I – здоровые добровольцы (30 человек)	950 ± 103	Операция не проводилась	

Продолжение Таблицы 3.12

m. masseter (в мкВ)	расслабление	ША- контрольная (16 пациентов)	45±5,1	44±4,7	35±5,4#
		ШВ -ДЭНС после операции (16 пациентов)	44±5,6	40±5,3*	34±4,7#
		ШС – ДЭНС до и после операции (15 пациентов)	38±4,6*,**	36±4,4*	33±6,2#
		I – здоровые добровольцы (30 человек)	33±10	Операция не проводилась	
m. temporal is (в мкВ)	Максимально е волевое сжатие челюстей	ША- контрольная (16 пациентов)	630±102	847±92	1153±216#
		ШВ -ДЭНС после операции (16 пациентов)	644±106	879±95	1148±221#
		ШС – ДЭНС до и после операции (15 пациентов)	650±112	860±120	1090±196#
		I – здоровые добровольцы (30 человек)	1052±133	Операция не проводилась	
	расслабление	ША- контрольная (16 пациентов)	45±5,2	44±4,9	36±5,9#
		ШВ -ДЭНС после операции (16 пациентов)	46±6,4	39±4,1*	35±4,7#
		ШС – ДЭНС до и после операции (15 пациентов)	37±6,1*,**,#	37±5,9*	36±6,3#
		I – здоровые добровольцы (30 человек)	36±9,0	Операция не проводилась	
Примечание: * – статистически значимое отличие между исследуемой и контрольной подгруппами в пределах одного временного периода ($p < 0,05$).					
** – статистически значимое отличие между исследуемыми подгруппами (ПА и ПВ; ША и ШВ) в пределах одного временного периода ($p < 0,05$).					
# – различия между исследуемой подгруппой или контрольной подгруппой и группой здоровых добровольцев (группа I) не достигли уровня статистической значимости ($p > 0,05$).					

Височные мышцы

Максимальное волевое сжатие челюстей

До операции значения ЭМГ-активности *m. temporalis* были снижены по сравнению с нормой: ША – 630 ± 102 мкВ, ШВ – 644 ± 106 мкВ, ШС – 650 ± 112 мкВ (при значениях группы сравнения I: 1052 ± 133 мкВ, $p < 0,05$). Различия между подгруппами статистически не выявлены ($p > 0,05$).

Через 3 месяца показатели увеличились: ША – 847 ± 92 мкВ, ШВ – 879 ± 95 мкВ, ШС – 860 ± 120 мкВ. Межгрупповых различий не обнаружено ($p > 0,05$). Через 6 месяцев показатели составили 1153 ± 216 мкВ в подгруппе ША, 1148 ± 221 мкВ в подгруппе ШВ и 1090 ± 196 мкВ в подгруппе ШС, что сопоставимо с результатами группы здоровых добровольцев (группа I, 1052 ± 133 мкВ). Несмотря на несколько более высокие значения в подгруппах ША и ШВ, статистически значимых различий как между исследуемыми подгруппами, так и по сравнению с группой сравнения не выявлено ($p > 0,05$).

Состояние покоя

На дооперационном этапе биоэлектрическая активность *m. temporalis* в состоянии покоя была повышена: ША – $45 \pm 5,2$ мкВ, ШВ – $46 \pm 6,4$ мкВ, ШС – $37 \pm 6,1$ мкВ против нормы $36 \pm 9,0$ мкВ ($p < 0,05$). При этом в подгруппе ШС активность была статистически значимо ниже, чем в ША ($p < 0,05$), а разница с подгруппой ШВ имела тенденцию к более низким значениям, но была ниже порога статистической значимости ($p > 0,05$).

Через 3 месяца показатели составили: ША – $44 \pm 4,9$ мкВ, ШВ – $39 \pm 4,1$ мкВ, ШС – $37 \pm 5,9$ мкВ. В подгруппах ШВ и ШС показатели были статистически значимо ниже по сравнению с ША ($p < 0,05$), однако между собой не различались ($p > 0,05$).

Через 6 месяцев показатели нормализовались: ША – $36 \pm 5,9$ мкВ, ШВ – $35 \pm 4,7$ мкВ, ШС – $36 \pm 6,3$ мкВ. Все различия между группами отсутствовали ($p > 0,05$).

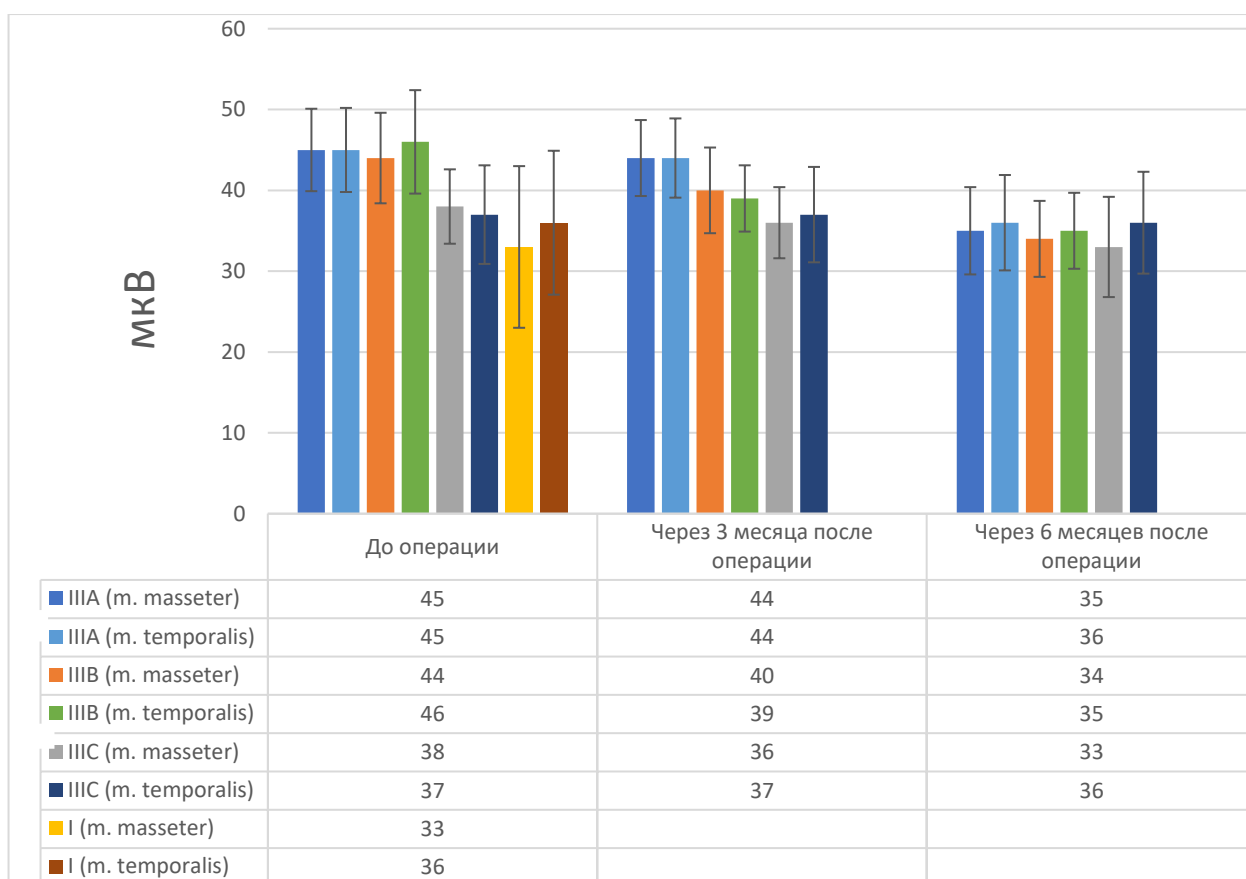


Рисунок 3.11 – Электромиографическая активность жевательной и височной мышцы при расслаблении у пациентов с III скелетным классом (средние значения максимальной амплитуды \pm стандартное отклонение, в мкВ)

ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Зубочелюстные деформации представляют собой одну из наиболее часто встречающихся патологий челюстно-лицевой области и относятся к проблемам, существенно влияющим как на функциональное состояние зубочелюстной системы, так и на эстетические характеристики лица. Распространённость данных нарушений, по данным эпидемиологических исследований, варьирует в широких пределах – от 33,1 % до 95,3 % в зависимости от критериев диагностики и состава выборки [1–6]. В систематическом обзоре и метаанализе Alhammad и соавт. [7] показано, что среди пациентов с постоянным прикусом окклюзия I класса встречается в 74,7 % случаев, II класса – в 19,56 %, а III класса – в 5,93 %, что подчёркивает актуальность изучения патогенеза и оптимизации подходов к лечению данных пациентов.

Коррекция зубочелюстных деформаций требует комплексного подхода, включающего ортодонтическую подготовку и хирургическое вмешательство. На сегодняшний день именно сочетание этих методов считается «золотым стандартом» лечения умеренных и тяжёлых форм патологии [8, 9]. По данным литературы, показания к ортогнатическим операциям выявляются примерно у 1 % взрослого населения [10], и наблюдается устойчивая тенденция к росту числа пациентов, обращающихся за проведением подобных вмешательств [11, 12]. Основными целями лечения являются восстановление жевательной функции, достижение стабильной окклюзии, нормализация эстетических пропорций лица и улучшение качества жизни пациентов [13].

В большинстве клинических случаев ортогнатическая хирургия является единственным эффективным методом коррекции выраженных нарушений размеров и пространственного положения челюстей у взрослых пациентов, когда ортодонтическое лечение изолированно не даёт желаемого результата. Несмотря на разнообразие существующих протоколов, базовые хирургические подходы остаются неизменными и включают двустороннюю сагиттальную остеотомию

нижней челюсти и остеотомию верхней челюсти по типу Le Fort I – как моноблоком, так и с разделением на фрагменты [9].

Развитие ортогнатической хирургии прошло несколько этапов. Одним из первых систематизированных подходов к коррекции челюстно-лицевых деформаций предложил Вилрей Блэр [51], заложивший основы взаимодействия ортодонтотв и хирургов. Ключевой прорыв произошёл в середине XX века с внедрением техники билатеральной сагиттальной остеотомии нижней челюсти, разработанной Обвегезером [17], которая позволила добиваться точного трёхмерного перемещения фрагментов и повысила стабильность результатов. Последующие работы Белла [19], Профитта [52] и Рейнеке [20] способствовали совершенствованию алгоритмов хирургического планирования и интеграции ортодонтического и хирургического этапов лечения.

Современные тенденции ортогнатической хирургии направлены на минимизацию травматичности вмешательств, ускорение сроков восстановления и повышение функциональных исходов. Применение остеосинтеза при ортогнатических операциях, предложенное Шписселем [28, 29], позволило отказаться от длительной межчелюстной иммобилизации, улучшить прогнозируемость результатов и сократить период реабилитации. Дополнительное внедрение трёхмерного компьютерного моделирования, цифровых навигационных технологий и виртуального планирования операций обеспечило более высокую точность репозиции фрагментов и предсказуемость функциональных и эстетических исходов лечения.

В последние годы акцент сместился на оценку функционального восстановления после ортогнатических операций. В литературе показано, что у пациентов с выраженными скелетными деформациями наблюдается снижение биоэлектрической активности жевательных и височных мышц, нарушение симметрии ЭМГ-сигналов и изменение двигательных паттернов [93]. После хирургической коррекции происходит постепенная нормализация функций, однако сроки восстановления зависят от исходной выраженности нарушений, типа

деформации, а также применяемых методов послеоперационной реабилитации [93, 124].

Одним из перспективных направлений улучшения функциональных исходов является использование динамической электростимуляции (ДЭНС), которая позволяет улучшить микроциркуляцию, снизить выраженность болевого синдрома, нормализовать тонус жевательной мускулатуры и ускорить восстановление биоэлектрической активности. Эффективность применения ДЭНС подтверждена результатами клинических исследований [41, 132].

В настоящем исследовании проведена комплексная оценка функционального состояния жевательных и височных мышц у пациентов со II и III скелетными классами зубочелюстных деформаций, перенёсших ортогнатическую операцию. Всего обследовано 63 пациента, распределённых на следующие подгруппы

- **IIА** – пациенты со II скелетным классом, контрольная подгруппа (13 пациентов),
- **IIВ** – пациенты со II скелетным классом, ДЭНС проводилась после операции (11 пациентов),
- **IIС** – пациенты со II скелетным классом, ДЭНС проводилась до и после операции (12 пациентов),
- **IIIА** – пациенты со III скелетным классом контрольная подгруппа (16 пациентов),
- **IIIВ** – пациенты со III скелетным классом, ДЭНС проводилась после операции (16 пациентов),
- **IIIС** – пациенты со III скелетным классом, ДЭНС проводилась до и после операции (15 пациентов).

В качестве группы сравнения обследованы 30 здоровых добровольцев (**группа I**). В работе анализировались показатели электромиографической активности жевательных и височных мышц, амплитуда движений нижней челюсти (максимальное открывание рта, протрузия, латеротрузия), интенсивность болевого синдрома по визуальной аналоговой шкале (ВАШ), а также качество жизни пациентов по индексу ОНIP-14.

Сравнение исходных данных пациентов со скелетными аномалиями и здоровых добровольцев

Проведение сравнительного анализа функциональных характеристик пациентов с аномалиями зубочелюстной системы и здоровых лиц позволяет глубже понять особенности патогенеза и определить направления целенаправленной реабилитации. Особенно важным является анализ показателей дооперационного этапа, так как именно на этом этапе формируется отправная точка для последующей оценки эффективности терапии. Следует подчеркнуть, что пациенты, включённые в исследование, уже прошли стадию декомпенсации – специальной ортодонтической подготовки к хирургическому лечению, что может существенно повлиять на ряд исследуемых параметров, в частности биоэлектрическую активность и субъективную оценку качества жизни.

Показатели качества жизни (на основе анкеты ОНIP-14)

Индекс ОНIP-14 (Oral Health Impact Profile) является надёжным и валидированным инструментом оценки стоматологического качества жизни. Он охватывает ключевые параметры – проблемы при приеме пищи, проблемы в общении, проблемы в повседневной жизни (работе, отдыхе).

По результатам нашего исследования пациенты контрольных групп (IIА и IIIА), до операции показали умеренное снижение качества жизни: средние значения суммарного балла ОНIP-14 составили $17,2 \pm 2,6$ (группа IIА) и $17,7 \pm 2,5$ (группа IIIА). В подгруппах IIВ и IIIВ показатели до операции составили соответственно $17,5 \pm 2,9$ и $17,6 \pm 2,5$. Эти данные указывают на умеренное нарушение субъективно воспринимаемого уровня стоматологического здоровья в дооперационном периоде.

Для сравнения, в исследовании Драчева С.Н. и соавт. [150], проведённом среди студентов в России, среднее значение ОНIP-14 составило $4,6 \pm 4,9$ балла, что отражает достаточно высокий уровень стоматологического качества жизни у здоровых молодых людей. В другом исследовании, проведённом среди китайской молодёжи, индекс ОНIP-14 достигал $6,3$ (50,6% респондентов отмечали хотя бы один негативный домен), тогда как среди студентов в Японии этот показатель был минимален – $1,9$ [151, 152].

Более высокие значения отмечались в индийской выборке: **13,4** у студентов первого курса и **10,7** – у студентов четвёртого курса [153], что, вероятно, связано с более низкой доступностью стоматологической помощи и социальными особенностями.

Согласно данным Tuk и соавт. [82] у пациентов со скелетными аномалиями прикуса до начала лечения показатели ОНП-14 составляют $18,4 \pm 3,1$, что соответствует данным нашего исследования. По данным Sun и соавт. [79], показатели оценки качества жизни у таких пациентов было ниже и составили $20,3 \pm 4,5$ баллов [64].

Таким образом, полученные нами данные не только подтверждают общую тенденцию ухудшения стоматологического качества жизни у лиц со скелетными аномалиями челюстей, но и количественно соотносятся с результатами международных исследований. Следует подчеркнуть, что при сравнении данных с популяционными выборками важно учитывать, что в нашем случае пациенты находились в состоянии ортодонтической декомпенсации – стадии, когда привычная окклюзия меняется в целях хирургической коррекции. Это само по себе может усиливать дискомфорт, снижать самооценку, вызывать затруднения в речи и питании. По мнению Huang и соавт. [154], ортодонтическая декомпенсация перед операцией способна ухудшать субъективное качество жизни даже сильнее, чем непосредственное наличие деформации.

Также важно отметить, что по данным литературы [79, 82], у пациентов со II скелетным классом, как правило, страдает эстетика и функция речи, тогда как у пациентов с III классом доминирует функциональный дискомфорт, связанный с жеванием. Несмотря на различия в типе аномалии, в нашем исследовании показатели ОНП-14 в обеих группах были сопоставимыми.

Максимальное открывание рта и экскурсия нижней челюсти

Согласно полученным данным, у пациентов с III скелетным классом (группа IIIA) до операции МОР составлял $46,4 \pm 3,4$ мм, что не отличалось статистически от значений группы сравнения ($45,2 \pm 4,5$ мм, $p > 0,05$). Это указывает на относительную сохранность вертикальной амплитуды движений

нижней челюсти при прогнатических формах деформации, несмотря на выраженные окклюзионные нарушения.

В то же время, у пациентов со II скелетным классом (группа ПА) до операции МОР было достоверно ниже – $40,1 \pm 3,0$ мм, и статистически отличалось от контрольных значений ($p < 0,05$). Эти результаты указывают на функциональные ограничения у данной категории пациентов уже на дооперационном этапе. Подобное снижение может быть связано с ретропозицией нижней челюсти, нарушением мышечного тонуса и биомеханики открывания рта. Сходные данные приводятся в диссертационном исследовании Погабало И.В. (2020), где при II скелетном классе также отмечено ограничение амплитуды МОР в сравнении со значениями МОР у пациентов с III классом [155].

Необходимо учитывать методологические аспекты: в настоящем исследовании измерение проводилось без учёта вертикального перекрытия резцов (overbite), что соответствует современным функциональным подходам, но может давать заниженные значения по сравнению с классической методикой. Согласно Agerberg G. (1974), МОР у здоровых взрослых женщин составляет $53,3 \pm 5,7$ мм, у мужчин – $58,6 \pm 6,6$ мм [156], однако эти показатели определялись с учётом резцового перекрытия. Исследования Hagberg С. (2003) и др. подтверждают, что способ измерения существенно влияет на получаемые значения [157]. Так, у пациентов с глубоким перекрытием резцов (глубокий прикус) при добавлении параметра резцового перекрытия (overbite) амплитуда МОР увеличивается, так как при расчете добавляется дополнительное расстояние между резцами в вертикальной плоскости. У пациентов с открытым прикусом ситуация обратная. Поскольку между резцами уже имеется расстояние, измерение по режущим краям не учитывает дополнительные миллиметры, которые обычно компенсируют перекрытые резцы, и таким образом МОР будет казаться меньше. Согласно крупному исследованию Elkhateeb et al. (2012) [158], среднее МОР у пациентов с открытым прикусом (около 52,5 мм) было статистически выше, чем у пациентов с обычным прикусом (около 48,6 мм) и особенно выше, чем у лиц с глубоким

прикусом (около 47,1 мм), что демонстрирует, как открытый прикус может влиять на точность измерений и важность учета методики измерения в оценке МОР.

Что касается экскурсии в горизонтальной плоскости, то амплитуда протрузии и латеротрузии до операции находилась в пределах физиологической нормы у всех пациентов и статистически значимо не отличалась от контрольной группы ($p > 0,05$). Средние значения протрузии составили $5,7 \pm 0,5$ мм (IIА), $5,9 \pm 0,6$ мм (IIIА) и $6,0 \pm 0,9$ мм в группе сравнения.

Амплитуда латеротрузии вправо и влево в группах IIА и IIIА также была сопоставима с группой сравнения (**латеротрузия вправо: $7,0 \pm 0,6$ мм** – в группе IIА, $7,1 \pm 0,7$ мм – в группе IIIА (III класс), $7,0 \pm 1,0$ мм – в группе сравнения; **латеротрузия влево: $7,2 \pm 0,5$ мм** – в группе IIА, $7,3 \pm 0,6$ мм – в группе IIIА, $7,1 \pm 0,9$ мм – в группе сравнения, $p > 0,05$) и соответствовала литературным данным физиологической нормы – 7–11 мм [100], что говорит о сохранной боковой подвижности у пациентов с различными формами деформации. Однако, как отмечают Riolo и соавт. [102], величина латеротрузии может снижаться при наличии обратного прикуса и несимметричном тонусе жевательной мускулатуры.

Таким образом, дооперационные данные свидетельствуют о том, что только пациенты с II скелетным классом демонстрировали ограничение вертикального открывания рта, в то время как в группе IIIА и среди здоровых добровольцев функциональные показатели были сопоставимы. Это подчеркивает важность учёта типа деформации при планировании как хирургического вмешательства, так и последующей реабилитации.

Электромиографические показатели

В настоящем исследовании электромиографическая регистрация проводилась с использованием прибора «Синапсис» (Нейротех, Россия) и анализа максимальной амплитуды сигнала (peak-to-peak), то есть измерения размаха между наивысшей положительной и отрицательной точками колебательной кривой. Важно подчеркнуть, что абсолютные значения ЭМГ зависят от множества факторов: технических характеристик прибора (усиление, частота дискретизации, фильтрация), типа и расположения электродов, качества контакта с кожей, а также

от выбранной математической модели анализа. В частности, значения, полученные по методу peak-to-peak, как правило, в 2–3 раза выше, чем значения, рассчитанные по методу RMS (среднеквадратичного отклонения), который чаще используется в зарубежных публикациях [159].

Поэтому прямое сравнение чисел между исследованиями, выполненными по разным методикам, некорректно, и интерпретации подлежит в первую очередь не само значение, а его изменение в пределах одной и той же системы.

Использование метода peak-to-peak широко распространено в отечественных исследованиях. В диссертационной работе Погабало И.В. (2020) [155] амплитуда биоэлектрической активности жевательной мышцы в покое составляла 36–45 мкВ, а при максимальном произвольном сжатии в группах с аномалией прикуса – 305–678 мкВ. Схожие данные представлены в исследовании Кречиной и соавт. (2015) [160], где у пациентов с частичной утратой зубов значения пиковых амплитуд *m. masseter* при напряжении достигали 627 ± 115 мкВ, а в состоянии покоя составляли от 20 до 48 мкВ. Сходный диапазон зафиксирован в исследовании Абдулаева и соавт. [161]: у здоровых добровольцев максимальная амплитуда сигнала при напряжении достигала $972,7 \pm 92,8$ мкВ для височной мышцы и $647,9 \pm 44,8$ мкВ – для жевательной.

Наши собственные данные показывают, что у пациентов с выраженными скелетными формами зубочелюстных аномалий (группы ПА и ПИА) в дооперационном периоде фиксируются значимые отклонения в сравнении со здоровыми добровольцами. В частности, в состоянии покоя БЭА как жевательных, так и височных мышц была статистически значимо выше, чем у здоровых добровольцев (например, в группе ПА: *m. masseter* – $44 \pm 6,2$ мкВ, *m. temporalis* – $45 \pm 5,1$ мкВ, в группе ПИА: *m. masseter* – $45 \pm 5,1$ мкВ, *m. temporalis* – $45 \pm 5,2$ мкВ, в группе сравнения: *m. masseter* – 33 ± 10 мкВ, *m. temporalis* – $39 \pm 9,0$ мкВ), что указывает на наличие компенсаторного гипертонуса в расслабленном состоянии.

При максимальном сжатии челюстей амплитуда БЭА у пациентов со скелетными аномалиями значительно снижена по сравнению с группой сравнения – здоровыми добровольцами (в группе ПА: *m. masseter* – 531 ± 51 мкВ, *m. temporalis*

– 713 ± 116 мкВ, в группе ША: *m. masseter* – 583 ± 55 мкВ, *m. temporalis* – 630 ± 102 мкВ, в группе сравнения: *m. masseter* – 950 ± 103 мкВ, *m. temporalis* – 1052 ± 133 мкВ). Это свидетельствует о снижении эффективности мышечного сокращения и нарушении нейромышечного взаимодействия. Эти данные полностью соответствуют выводам Grossi и соавт. [162], которые выявили снижение активности жевательных мышц у пациентов с III скелетным классом до операции и постепенное восстановление в течение 6 месяцев после вмешательства.

Важным аспектом является не только абсолютный уровень ЭМГ-сигналов, но и их вариабельность. По данным Феррарио и соавт. [159], даже у здоровых пациентов амплитуда БЭА может варьировать в зависимости от множества факторов: положения головы, уровня стресса, индивидуальных особенностей прикуса и др. У пациентов с аномалиями челюстей данные факторы усугубляются окклюзионным несоответствием и мышечным дисбалансом, что делает ЭМГ особенно чувствительным методом диагностики функциональных нарушений.

Следует также отметить, что в период ортодонтической декомпенсации, предшествующей операции, ЭМГ-показатели могут быть искажены из-за нарушенного привычного смыкания челюстей. Поэтому при сравнении данных с результатами других исследований необходимо учитывать фазу ортодонтического лечения, так как декомпенсация усиливает мышечный дисбаланс и может снижать достоверность оценки исходного состояния.

Таким образом, наши результаты демонстрируют объективное снижение функциональной активности жевательной мускулатуры у пациентов со скелетными аномалиями челюстей. Повышенные показатели ЭМГ в покое и сниженные при нагрузке подтверждают наличие нарушений нейромышечного контроля, что делает ЭМГ незаменимым методом в комплексной диагностике и оценке эффективности ортогнатического лечения.

Теоретические предпосылки изменения показателей биоэлектрической активности жевательной группы мышц у пациентов после ортогнатических операций

На основании данных литературы, можно сделать вывод, что изменение активности жевательной группы мышц может быть связано со следующими факторами:

1. Непосредственно травма во время хирургического вмешательства.
2. Изменение вектора жевательных мышц, связанное с изменением положения фрагментов.
3. Изменение окклюзии и как следствие изменение функции жевательных мышц.

Непосредственно травма во время хирургического вмешательства

Степень травмы зависит от методики операции: от линии проведения остеотомии, от отслаиваемых мягких тканей. Разные подходы подразумевают разное отношение к мышцам, прикрепляющимся к малому фрагменту при проведении остеотомии нижней челюсти. Так, одни авторы рекомендуют максимально щадяще относиться ко всем мышцам жевательной группы и по возможности их не отслаивать или отслаивать минимально [23]. Стоит отметить, что при современных подходах BSSO отслаивание височных и латеральных крыловидных мышц не производится. Этим фактом можно объяснить более быстрое восстановление активности височных мышц и даже повышение ее ЭМГ-активности через 6 месяцев после операции по данным некоторых авторов [92].

Тем не менее ряд других авторов не отметил повышение активности височной мышцы в раннем послеоперационном периоде, что может быть связано с послеоперационной межчелюстной фиксацией и с щадящим приемом пищи [105].

Изменение момента и вектора сил

- 1) Изменение направления вектора силы мышц

Определение вектора сил жевательных мышц является довольно условным, так как не существует методов *in vivo* достоверно точно определить истинный

вектор силы всей мышцы, состоящей из разнонаправленных волокон. В литературе [95] принято условно считать суммарным вектором силы:

- для жевательной мышцы: линию, соединяющую угол нижней челюсти гонион (Go) и точку пересечения лобного и височного отростка скуловой кости (FM);

- для височной мышцы: линия, пересекающая вершину венечного отростка и идущую по касательной к переднему краю ветви нижней челюсти (FT), данная линия как правило совпадает с центральной частью переднего пучка височной мышцы.

Направление жевательных, или окклюзионных, сил проходит перпендикулярно окклюзионной плоскости и проводится или от первых моляров, или от центральных резцов (FB).

Изменение вектора силы мышц стоит учитывать, когда проводится вертикальная остеотомия ветви нижней челюсти (IVRO/TOVRO). Данная методика иногда применяется при 3-м скелетном классе. При таком подходе проводится вертикальная остеотомия за каналом нижней челюсти с последующим задвижением ветви нижней челюсти [163]. Таким образом меняется положение большого фрагмента, что приводит к изменению вектора тяги как жевательной, так и височной мышц [164]. При современных вариантах сагиттальной остеотомии положении малого фрагмента, к которому крепятся жевательные мышцы, в идеале не меняется и является неблагоприятным из-за возможных осложнений со стороны ВНЧС [165].

Однако в своем исследовании Катсумата и соавт. [97] показали, что после ортогнатической операции в любой модификации у пациентов с 3-м скелетным классом, как при BSSO, так и при IVRO, через 3 месяца, несмотря на отсутствие изменений длины переднего края жевательной мышцы, происходит статистически достоверное уменьшение угла между линией, проведенной по переднему краю жевательной мышцы, по отношению к Франкфуртской горизонтали (FHP-ABM) (69.6° до операции, 63.3° – после операции), причем показатели данных углов у пациентов с BSSO и IVRO достоверно не отличались. Результаты данной работы

соотносятся с работой Arji и соавт. [98], которые сравнивали анатомию собственно жевательной мышцы у пациентов с прогнатией нижней челюсти и у здоровых людей и обнаружили, что угол FHP-ABM у пациентов с патологией был 76.6° , в то время как у исследуемых без патологии - 65.1° . Тем не менее данный параметр скорее определяет степень адаптационных изменений жевательной мышцы, чем ее вектор.

2) Изменение плеча и момента силы

Во время закрывания рта происходит ротация нижней челюсти, жевательные мышцы создают момент силы, величина которого определяется как произведение силы сокращения мышцы на длину плеча – перпендикуляра, опущенного из вершины мышечного отростка на вектор силы. Пищевой комок также создает момент, который при отсутствии движения нижней челюсти равен сумме моментов всех жевательных мышц, но противоположен по направлению.

Используемый в литературе термин “механическое преимущество мышцы” (mechanical advantage of a muscle) определяется как отношение длины плеча силы ее приложения к длине плеча окклюзионной силы. Чем больше это отношение, тем проще для мышцы развить определенную окклюзионную силу. Это соотношение может меняться при изменении длины плеча силы окклюзии, при изменении длины плеча силы мышцы, или при изменении обоих параметров. Целый ряд ранних исследований показал, что наибольшая жевательная сила приходится на моляры по сравнению с передней группой зубов, что полностью согласуется с данной моделью [166].

В своей работе Трокмортон и соавт. [95] теоретически рассмотрели разные сценарии изменения положения фрагментов с механистической позиции и экстраполировали результаты на объективные показатели функционирования жевательных мышц, в частности, на показатели поверхностной ЭМГ. Так, из данной публикации можно сделать следующие ценные выводы:

А. Вертикальные изменения (при сохранении направления окклюзионной плоскости). Импакция верхней челюсти с ротацией нижней челюсти против часовой стрелки (без изменения гониального угла) приводит к росту механического

преимущества, в то время как ротация нижней челюсти по часовой стрелке приводит к уменьшению механического преимущества для обеих мышц, изменения плеча окклюзионных сил в данном случае не происходит.

Б. *Изменения по сагиттальной плоскости.* Выдвижение и задвижение как верхней, так и нижней челюстей не влияет на величину момента сил жевательных мышц, но непосредственно меняет длину плеча окклюзионной силы. Выдвижение нижней челюсти приводит к уменьшению механического преимущества, задвижение – к росту. Так, например, при выдвижении дистального фрагмента нижней челюсти у пациентов со 2-м скелетным классом будет увеличиваться плечо приложения силы, что может негативно сказаться на результирующей жевательной эффективности [95].

В. *Изменение в гониальных углах.* Увеличение гониального угла приводит к увеличению плеча момента жевательной и височной мышц, но к еще большему росту плеча момента окклюзионной сил, в итоге происходит уменьшение эффективности мышц, в то время как уменьшение значений гониального угла приводит к увеличению механической эффективности.

Таким образом, можно сделать вывод, что ортогнатические операции меняют «механическое преимущество» жевательных мышц, несмотря на то что обычно данные изменения незначительны – менее 15%.

Нормализация окклюзии и как следствие изменение функции жевательных мышц

Дикер и соавт. [96] предложили четыре возможных сценария изменения активности жевательных мышц после нормализации зубочелюстных отношений:

1. Происходит улучшение функции жевательных мышц, для пережевывания требуется меньше жевательных усилий, что будет приводить к атрофии жевательных мышц;

2. Биомеханика жевательной системы улучшается, что может приводить к гипертрофии жевательных мышц;

3. Ухудшение функционирования зубочелюстной системы, для пережевывания требуется больше жевательных усилий, что приводит к гипертрофии жевательных мышц;

4. Ухудшение функционирования зубочелюстной системы с результирующей атрофией жевательных мышц.

Однако Дикер и соавт. [96] обнаружили уменьшение площади поперечного сечения и объема собственно жевательных и медиальных крыловидных мышц после выдвижения нижней челюсти у пациентов со 2-м скелетным классом, причем уменьшение обоих параметров было менее выраженным для медиальных крыловидных мышц, чем для собственно жевательных. Стоит отметить, что фактор травмы и межчелюстной фиксации в атрофии мышц в данном исследовании практически исключен, тк послеоперационный контроль проводился спустя 10-48 месяцев после снятия брекет-системы. Кацумата и соавт. [97] на основании пред- и послеоперационных КТ-снимков обнаружили статистически достоверное уменьшение площади поперечного сечения собственно жевательных мышц у пациентов с 3-м классом после задвижения нижней челюсти спустя 3 месяца после операции и статистически достоверное увеличение площади поперечного сечения жевательных мышц через год после операции в сравнении с ранним послеоперационным этапом, однако значения площади поперечного сечения были значительно меньше, чем на дооперационном этапе (318.9 mm² – до операции, 86.8 – через 3 месяца, 88.4 – через 6 месяцев, и 94.0 через 1 год после операции) [64]. Мюфтуоглу и соавт [167] в свою очередь не отметили значимых изменений в геометрических размерах жевательных мышц по данным ультразвукового исследования спустя 1 год после ортогнатической операции по сравнению со значениями до операции, несмотря на то что в контрольной группе геометрические параметры собственно жевательной мышцы были больше. Также с помощью ультразвуковой эластографии через год после операции было отмечено сохранение и даже повышение твердости собственно жевательной мышцы после операции как в покое, так и во время максимального сокращения.

Тем не менее, целый ряд исследований [95, 168, 169] показали, что как после выдвижения, так и после задвижения нижней челюсти в позднем послеоперационном периоде у пациентов увеличивается сила сжатия челюстей. Однако нельзя излишне оптимистично подходить к приведенным выше результатам, так как есть данные, что после проведенных ортогнатических операций, в частности у пациентов с ретрогнатией нижней челюсти, жевательная эффективность может не улучшаться, а функциональная активность жевательных мышц даже уменьшиться [170].

Динамика изменения показателей биоэлектрической активности жевательной и височной мышц после ортогнатической операции

Динамика БЭА собственно жевательной и височной мышцы в состоянии покоя.

Биоэлектрическая активность (БЭА) жевательных мышц в состоянии покоя является важным показателем тонуса жевательной группы мышц и нейромышечной нагрузки. У пациентов с нарушением прикуса часто фиксируются повышенные значения БЭА в покое, что объясняется хронической гиперактивностью мышц, компенсирующих патологические окклюзионные соотношения.

По нашим данным, до операции у пациентов с II и III скелетными классами БЭА *m. masseter* в покое составляла $44 \pm 6,2$ мкВ (IIА) и $45 \pm 5,1$ мкВ (IIIА) соответственно, тогда как в группе сравнения (группа I) этот показатель был 33 ± 10 мкВ. Активность *m. temporalis* до операции была аналогично повышена – 45 ± 5 мкВ у II класса и $45 \pm 5,2$ мкВ у III класса, при значениях в группе сравнения – 36 ± 9 мкВ [171].

На сроке 3 месяцев после хирургического вмешательства достоверного снижения БЭА в покое не зафиксировано – показатели оставались стабильными и схожими с дооперационными. Однако к 6-му месяцу наблюдалось значительное уменьшение активности в обеих мышцах: до $37 \pm 7,6$ и $35 \pm 5,4$ мкВ для *m. masseter* (II и III класс соответственно), и до $39 \pm 6,5$ и $36 \pm 5,9$ мкВ для *m. temporalis*. Эти значения приближались к показателям здоровых добровольцев, что

свидетельствует о нормализации базального тонуса и достижении более полного расслабления мускулатуры.

В литературе представлены аналогичные результаты. Так, Гонзалес и соавт. отмечали, что к 6–12 месяцам после ортогнатической операции уровень БЭА в покое снижался, что авторы связывали с устранением патологической жевательной нагрузки и стабилизацией положения челюстей [92]. Также Джелакил и соавт. [106] указывают на устойчивое снижение тонуса *m. masseter* у пациентов с III классом прикуса в течение первого года наблюдения после операции.

Ким и соавт. [172] подчеркивают, что физиологическая релаксация мышц в покое наступает только после формирования стабильных окклюзионных взаимоотношений, что обычно происходит не ранее чем через 6 месяцев. БЭА в покое при этом становится чувствительным индикатором успешной ранней адаптации.

Таким образом, и наши данные, и литература демонстрируют чёткий тренд: после ортогнатической операции на сроке до 6 месяцев происходит нормализация мышечного тонуса, выражающаяся в снижении БЭА *m. masseter* и *m. temporalis* в покое. Это отражает завершение ранней фазы нейромышечной адаптации и формирование более стабильного функционального состояния.

Динамика БЭА собственно жевательных мышц при максимальном произвольном сжатии челюстей

Согласно нашим данным, в обеих исследуемых группах (II и III скелетные классы) в раннем послеоперационном периоде – через 3 месяца после ортогнатической операции – наблюдалось достоверное снижение БЭА жевательной мышцы при максимальном сокращении. У пациентов со II скелетным классом значения снижались с 531 ± 51 мкВ до 311 ± 24 мкВ, а у пациентов с III скелетным классом – с 583 ± 50 мкВ до 369 ± 21 мкВ. Это снижение, вероятно, связано с хирургической травмой, постоперационной иммобилизацией и нарушением функционального жевательного паттерна. Однако уже к 6 месяцу после операции была зафиксирована положительная динамика: показатели возрастали до 479 ± 91 мкВ у пациентов со II классом и до 501 ± 56 мкВ у пациентов с III классом, хотя и не

достигали уровня дооперационного периода и, тем более, значений контрольной группы (950 ± 103 мкВ) [78].

Сходные результаты описаны в ряде работ. В систематическом обзоре Мусуласа и соавт. [173] отмечается, что после ортогнатической хирургии у большинства пациентов происходит кратковременное снижение активности *m. masseter*, с последующим восстановлением к 6–12 месяцам. В исследовании Сунал Актюрк и соавт. [99] с применением ЭМГ и ультразвуковой эластографии у пациентов с III скелетным классом также наблюдали снижение сократительной активности *m. masseter* через 1–3 месяца после операции, особенно у пациентов с выраженным исходным мышечным гипертонусом.

Ян и коллеги [112] провели рандомизированное исследование, в котором показали, что применение функциональных упражнений ускоряет восстановление БЭА жевательной мышцы после ортогнатической коррекции, однако даже в группе активной реабилитации уровень БЭА оставался ниже нормы в течение 6 месяцев.

Чэнь и соавт. [174] выявили, что через 12 месяцев после операции БЭА жевательной мышцы у пациентов с III скелетным классом увеличивается по сравнению с дооперационным уровнем, но остаётся ниже значений у здоровых лиц. Они также подчеркнули, что степень восстановления зависит от типа асимметрии и точности хирургического позиционирования челюстей

Джаннини и соавт. [175] показали, что наиболее выраженное восстановление БЭА *m. masseter* наблюдается у пациентов с низкой дооперационной активностью мышцы. Через 2–3 года после завершения ортогнатического лечения показатели приближались к норме, особенно у пациентов с симметричной коррекцией.

В нашей работе также установлено, что пациенты с более низким исходным уровнем БЭА демонстрировали более выраженную положительную динамику к 6 месяцу наблюдения, что согласуется с указанными данными.

Дополнительно, Джелакила и соавт. [106] указывают, что при длительном наблюдении (более 3 лет) БЭА жевательных мышц у пациентов с III классом становится сопоставимой с контролем, особенно при стабильных окклюзионных взаимоотношениях.

Таким образом, динамика БЭА *m. masseter* при максимальном произвольном сжатии после ортогнатической операции характеризуется типичной фазой гипофункции (первые 3 месяца) с последующим постепенным восстановлением. Однако темпы и степень восстановления индивидуальны и зависят от множества факторов: типа скелетной деформации, особенностей хирургической техники, ортодонтической подготовки и адекватности послеоперационной реабилитации. Несмотря на положительную динамику, к 6 месяцу большинство пациентов не достигают контрольного уровня БЭА, что требует продолжения наблюдения и возможно – назначения индивидуализированных программ функционального восстановления.

Динамика БЭА височной мышцы при максимальном произвольном сжатии челюстей

Изменения биоэлектрической активности (БЭА) височной мышцы (*m. temporalis*) при максимальном произвольном сжатии челюстей отражают степень восстановления сократительной способности и включённости мышцы в функциональный акт жевания. В послеоперационном периоде этот показатель подвержен выраженным изменениям, связанным как с анатомическими сдвигами после остеотомий, так и с формированием новых окклюзионных паттернов.

Согласно нашим данным, у пациентов с III скелетным классом среднее значение БЭА *m. temporalis* при максимальном сжатии челюстей увеличивалось от 630 ± 102 мкВ до 847 ± 92 мкВ через 3 месяца после операции и достигало 1153 ± 216 мкВ через 6 месяцев. У пациентов с II скелетным классом наблюдался аналогичный тренд: от 713 ± 116 мкВ до 780 ± 111 мкВ (через 3 месяца), и до 1076 ± 155 мкВ – через 6 месяцев [171]. В обоих случаях восстановление происходило быстрее и выраженнее, чем у собственно жевательной мышцы, при этом показатели через полгода превышали даже значения контрольной группы (1052 ± 133 мкВ).

Эти данные могут быть интерпретированы как проявление компенсаторной гиперактивности *m. temporalis*, включающейся в жевание при относительной недостаточности *m. masseter* в ранний послеоперационный период. Подобную динамику описали Гонсалес М. и соавт. [92], которые зафиксировали стойкое

повышение ЭМГ-сигнала *m. temporalis* у пациентов с III классом прикуса уже через 6 месяцев после операции. Также в исследовании Ким и соавт [172]. установлено, что *m. temporalis* демонстрирует раннюю реактивацию, часто опережающую *m. masseter*, особенно у пациентов с асимметричными формами деформации.

Джаннини и соавт. [175] указывают, что увеличение активности *m. temporalis* в послеоперационном периоде может быть связано не только с нейромышечной компенсацией, но и с положением головы и шеи после восстановления прикуса, что изменяет вектор силы жевания. Аналогичную интерпретацию приводит Челахыл и соавт., показав, что через 12 месяцев БЭА височной мышцы превышала значения контрольной группы у пациентов с изначальной гипоактивностью [106].

Наши наблюдения подтверждают также выводы Мусуласа и соавт., согласно которым *m. temporalis* играет ключевую роль в функциональной компенсации после ортогнатической хирургии, и её активность более чувствительна к индивидуальной морфологии и типу оперативного вмешательства [173].

Интересно, что даже у пациентов с исходно высокой активностью височной мышцы (гипертонус до операции) через 6 месяцев наблюдалось её нормализация, без признаков функциональной перегрузки. Это свидетельствует о способности *m. temporalis* к быстрой адаптации при устранении причин хронической перегрузки, в частности, смещённых окклюзионных контактов и нарушенного мышечного баланса.

Таким образом, БЭА *m. temporalis* при максимальном сокращении восстанавливается быстрее и интенсивнее, чем у *m. masseter*. Это делает её надёжным показателем для оценки функционального восстановления после ортогнатической коррекции прикуса. Дальнейшее наблюдение необходимо для выяснения устойчивости достигнутых значений на более поздних сроках.

Оценка эффективности применения ДЭНС при реабилитации пациентов

Функциональное восстановление после ортогнатических операций представляет собой сложный и многоэтапный процесс, в котором важную роль играет реабилитация жевательной мускулатуры. После хирургического

вмешательства пациенты сталкиваются с болевым синдромом, ограничением движений нижней челюсти, снижением активности височных и жевательных мышц, а также с нарушениями качества жизни, что делает необходимым применение дополнительных методов функциональной коррекции.

Одним из таких методов является физиотерапия, направленная на ускорение адаптационных процессов и нормализацию работы мышечно-суставного комплекса. Среди доступных подходов всё более широкое применение получает метод чрескожной электронейростимуляции (ЧЭНС), который представляет собой неинвазивный способ стимуляции периферических нервных окончаний электрическими импульсами, направленный на улучшение микроциркуляции, снижение болевого синдрома за счет активации эндогенных антиноцицептивных систем и нормализацию тонуса жевательной мускулатуры [16, 37].

Частным случаем чрескожной электронейростимуляции (ЧЭНС) является динамическая электронейростимуляция (ДЭНС) – метод, при котором электрические импульсы подаются в индивидуализированном режиме с постоянным изменением параметров воздействия в реальном времени. В отличие от традиционной ЧЭНС, где частота и амплитуда стимуляции фиксированы, при ДЭНС параметры импульсов автоматически подстраиваются под электрическое сопротивление тканей, что, согласно руководству по эксплуатации, обеспечивает более выраженное и направленное воздействие на нервные окончания и рецепторные зоны.

Механизм действия ДЭНС основан на рефлекторной активации ноцицептивных и тактильных волокон кожи, модуляции проводимости нервных импульсов и запуске эндогенных механизмов контроля боли. Исследования показывают, что применение ДЭНС способствует улучшению микроциркуляции, нормализации мышечного тонуса, снижению отёка и ускорению восстановления функциональной активности жевательной мускулатуры [41, 132, 133].

Комплексный характер действия, высокая переносимость и простота применения делают ДЭНС перспективным инструментом для включения в программы реабилитации пациентов после ортогнатических операций.

Оценка применения ДЭНС на основании данных визуальной аналоговой шкалы боли и индекса ОНП-14

Измерение субъективного восприятия боли и качества жизни играет важную роль в комплексной оценке эффективности восстановительных мероприятий у пациентов, перенёсших ортогнатическую хирургию. В настоящем исследовании для этой цели использовались визуальная аналоговая шкала боли (ВАШ) и индекс ОНП-14, позволяющие количественно оценить динамику психоэмоционального и функционального состояния пациентов.

Дооперационные значения ОНП-14 были сопоставимы в контрольных и исследуемых группах ПВ и ШВ и составили: ПА – $17,2 \pm 2,6$; ПВ – $17,5 \pm 2,9$; ША – $17,7 \pm 2,5$; ШВ – $17,6 \pm 2,5$, что свидетельствует об однородности исследуемых групп по исходному уровню нарушений качества жизни. Это соответствует литературным данным, согласно которым пациенты с деформациями челюстно-лицевой области имеют выраженные нарушения как функционального, так и психоэмоционального характера [76, 79]. У пациентов из подгрупп ПС (ДЭНС за 2 недели до хирургического вмешательства) ($15,9 \pm 2,7$) и ШС ($16,2 \pm 2,6$) значения индекса ОНП-14 были статистически значимо ниже, чем в соответствующих контрольных группах ПА и ША ($p < 0,05$), что может свидетельствовать о положительном влиянии ДЭНС уже на дооперационном этапе. Такая динамика может быть связана как с действием миорелаксации, так и с формированием положительного эмоционального фона, включая компонент плацебо, а также с возможным снижением мышечного напряжения, болевой чувствительности и дискомфорта при приёме пищи.

Через неделю после операции во всех группах наблюдался пик ухудшения качества жизни, что обусловлено болевым синдромом, отёчностью и ограничением движений: ПА – $25,1 \pm 2,2$; ПВ – $23,5 \pm 1,5$; ПС – $22,4 \pm 1,6$; ША – $26,4 \pm 1,7$; ШВ – $24,3 \pm 1,6$; ШС – $23,6 \pm 1,8$. Однако во всех исследуемых подгруппах (ПВ, ПС, ШВ, ШС), где применялась динамическая электронейростимуляция, значения индекса были статистически достоверно ниже, чем в контрольных группах (ПА, ША) ($p < 0,05$). Эти данные согласуются с результатами работ Пурданеша и соавт. [37] и

Феррейра и соавт. [40], в которых применение ЧЭНС-терапии приводило к снижению боли и улучшению субъективных ощущений в раннем послеоперационном периоде.

В подгруппах, где ДЭНС применялась как до, так и после вмешательства (ПС, ПС), значения оказались несколько ниже, чем в подгруппах с изолированным послеоперационным применением (ПВ, ПВ), однако статистически значимых различий между ними выявлено не было. В целом пациенты с III скелетным классом имели более высокие значения ОНП-14, чем пациенты с II классом, но без статистически значимых отличий между соответствующими подгруппами.

Через месяц после операции во всех подгруппах наблюдалась тенденция к снижению индекса ОНП-14: ПА – $21,7 \pm 1,9$; ПВ – $18,1 \pm 1,3$; ПС – $17,9 \pm 1,6$; ША – $23,0 \pm 1,1$; ПВ – $19,0 \pm 1,4$; ПС – $18,5 \pm 1,7$. Различия между исследуемыми и контрольными подгруппами сохранялись и оставались статистически значимыми ($p < 0,05$), подтверждая эффективность применения ДЭНС. При этом значения в подгруппах ПС и ПС, где стимуляция начата до операции, были ниже, чем в группах ПВ и ПВ соответственно, хотя достоверных различий между ними не зафиксировано.

Через 3 месяца после вмешательства отмечалась стойкая положительная динамика и снижение значений индекса во всех группах: ПА – $14,5 \pm 1,3$; ПВ – $12,2 \pm 1,0$; ПС – $11,9 \pm 1,2$; ША – $13,8 \pm 0,6$; ПВ – $11,4 \pm 0,9$; ПС – $10,9 \pm 0,8$. Показатели ОНП-14 в исследуемых подгруппах были статистически значимо ниже, чем в контрольных, причём наиболее низкие значения наблюдались у пациентов, получавших ДЭНС до и после операции. Тем не менее, различия между группами В и С по-прежнему не достигали статистической значимости.

К шестому месяцу после операции значения ОНП-14 у всех пациентов стабилизировались на уровне, близком к норме: ПА – $8,7 \pm 1,2$; ПВ – $8,1 \pm 1,0$; ПС – $8,8 \pm 1,1$; ША – $8,6 \pm 0,6$; ПВ – $7,9 \pm 0,5$; ПС – $8,0 \pm 0,6$. Различия между группами ПА и ПВ сохранялись ($p < 0,01$), а также между ША и подгруппами ПВ и ПС ($p < 0,05$), подтверждая остаточное преимущество применения ДЭНС. При этом

значения в подгруппах ПС и ШС практически не отличались от подгрупп ПВ и ШВ и не демонстрировали дополнительных преимуществ к шестому месяцу.

Подобную картину описали Чой и соавт. [80] и Бахеримогаддам и соавт. [81], отмечая восстановление качества жизни к 6–12 месяцам после операции независимо от характера вмешательства.

Таким образом, использование динамической электронной стимуляции, как ранее было показано в нашем исследовании [176], позволяет достоверно улучшить качество жизни пациентов в раннем послеоперационном периоде. Старт применения метода до операции (в подгруппах С) сопровождался более низкими исходными показателями и лучшей динамикой в первые недели, что, вероятно, связано с психофизиологической адаптацией, снижением фонового мышечного напряжения и болевой чувствительности [37, 40]. Однако различия между группами В и С не достигали уровня статистической значимости на всём последующем периоде наблюдения, что требует дальнейшего уточнения клинической значимости превентивного назначения ДЭНС в рамках реабилитационных программ.

Результаты оценки болевого синдрома по *визуальной аналоговой шкале (ВАШ)* в исследуемых и контрольных подгруппах подтверждают наличие выраженного пика болевых ощущений в первые сутки после ортогнатической операции, что соответствует общепринятой клинической динамике. На всех этапах наблюдения пациенты, получавшие курс ДЭНС, демонстрировали достоверно более низкие значения боли по сравнению с контрольными подгруппами как при II, так и при III скелетном классе.

На 1-е сутки средний уровень боли составил $6,8 \pm 1,1$ и $6,9 \pm 0,9$ баллов в контрольных подгруппах ПА и ША соответственно, в то время как в исследуемых подгруппах ПВ и ШВ он достигал $6,6 \pm 0,9$ и $6,2 \pm 1$ баллов [147]. У пациентов, которым ДЭНС проводилась как до, так и после вмешательства (ПС и ШС), показатели боли были статистически значимо ниже: $5,7 \pm 0,8$ и $5,5 \pm 0,9$ соответственно ($p < 0,05$). На 3-и сутки наблюдалось снижение болевого синдрома, более выраженное у пациентов, получавших ДЭНС-терапию. Так, уровень боли в

подгруппах ПВ и ШВ составил $4,3 \pm 1,2$ и $4,8 \pm 1$ балл соответственно, тогда как в контрольных ПА и ША – $5,9 \pm 1,0$ и $6,2 \pm 0,9$ ($p < 0,05$). В подгруппах ПС и ШС уровень боли был ещё ниже: $3,9 \pm 1,3$ и $4,5 \pm 1,1$ ($p < 0,05$ по сравнению с контролем). При сравнении исследуемых подгрупп статистически значимых различий не обнаружено.

Подобная динамика сохранялась и в последующие сроки. Через неделю значения ВАШ в исследуемых группах были статистически достоверно ниже, чем в контрольных (ПА – $3,7 \pm 0,9$ против ПВ – $2,2 \pm 0,8$ и ПС – $2,1 \pm 0,7$; ША – $3,9 \pm 1,0$ против ШВ – $2,3 \pm 0,7$ и ШС – $2,0 \pm 0,6$). К концу первого месяца послеоперационного периода разница сохранялась (ПА – $2,1 \pm 0,7$; ША – $2,2 \pm 0,8$), а в исследуемых подгруппах болевой симптом был выражен меньше (ПВ – $1,4 \pm 0,6$; ПС – $1,2 \pm 0,5$; ШВ – $1,3 \pm 0,5$; ШС – $1,1 \pm 0,4$), что, вероятно, связано с дополнительной нагрузкой на мышцы при снятии межчелюстной фиксации и начальной активацией движений челюсти.

По данным исследования Качо и соавт. [130], в группа ЧЭНС болевые ощущения по ВАШ были $3,1 \pm 0,7$, в то время как в контрольной группе – $4,3 \pm 0,9$ ($p < 0,05$). Показатели уменьшались к 14-м суткам после операции ($2,0 \pm 0,6$ и $2,7 \pm 0,7$ соответственно и переставали быть статистически значимыми через 21 день после операции со значениями $1,2 \pm 0,5$ и $1,5 \pm 0,6$ соответственно ($p > 0,05$).

Через 3 месяца после операции боль была практически полностью купирована во всех группах. У пациентов со II скелетным классом (ПА, ПВ, ПС) значения ВАШ составили: 0 – болевой симптом отсутствует. У пациентов с III классом наблюдались следующие показатели: ША – $0,4 \pm 0,6$; ШВ – $0,2 \pm 0,4$; ШС – 0. Эти показатели сопоставимы с результатами крупных исследований, в которых сообщается о полном или почти полном исчезновении боли к 4–6 неделям после вмешательства [82, 88, 90].

Ранний эффект обезболивания у пациентов, проходивших курс ДЭНС, вероятно, обусловлен использованием программы со сменой частот (200–140–77 Гц), направленной на активацию различных антиноцицептивных систем, включая эндогенные опиоидные и серотонинергические механизмы. Этот механизм был

описан ранее в ряде работ, посвящённых применению чрескожной электронейростимуляции у стоматологических и ортопедических пациентов [40, 131].

Таким образом, динамика болевых ощущений по ВАШ у пациентов, получавших ДЭНС, демонстрирует более быстрое купирование боли, что подтверждает клиническую эффективность метода как части восстановительного комплекса. Данный эффект наиболее выражен в ранние сроки – от 3 суток до одного месяца после операции, когда болевой синдром оказывает наибольшее влияние на общее состояние пациента и его способность к соблюдению режима реабилитации.

Оценка параметров экскурсии нижней челюсти

Максимальное открывание рта

До операции все пациенты демонстрировали физиологические показатели амплитуды открывания рта, что соответствует нормативным значениям, представленным в литературе – от 40 до 60 мм [100, 101]. В частности, Челик и соавт. [100] указывают среднюю амплитуду в пределах $51,1 \pm 6,7$ мм, а по данным Альхуайзи [101] – 40–60 мм в зависимости от пола и возраста. При этом у пациентов со II скелетным классом максимальное открывание рта в контрольной подгруппе ПА составило $40,1 \pm 3$ мм, а в исследуемых подгруппах ПВ и ПС – $39,7 \pm 2,7$ мм и $40,2 \pm 2,9$ мм соответственно. У пациентов с III скелетным классом показатели были выше: $46,4 \pm 3,4$ мм (ША), $46,1 \pm 3,7$ мм (ШВ), $46,2 \pm 4,1$ мм (ШС). Различия между пациентами со II и III классами были статистически значимыми ($p < 0,05$), при этом внутри классов различий между подгруппами не выявлено ($p > 0,05$).

На 1-е сутки после операции во всех подгруппах наблюдалось резкое ограничение открывания рта. У пациентов со II скелетным классом значения МОР составили: ПА – $17,9 \pm 2,2$ мм, ПВ – $17,5 \pm 2,3$ мм, ПС – $20,4 \pm 2,6$ мм. У пациентов с III классом: ША – $18,1 \pm 2,6$ мм, ШВ – $19,1 \pm 2,8$ мм, ШС – $20,7 \pm 3,0$ мм. Это подтверждает литературные данные о снижении амплитуды открывания рта на 60–70% в раннем послеоперационном периоде [93]. По данным Бойда и соавт. [93], такое снижение обусловлено болевым синдромом, отёком мягких тканей, а также необходимостью иммобилизации. Тэн и соавт. также отмечают резкое снижение

подвижности в первые дни после операции с последующим улучшением при раннем начале реабилитации [64, 104].

Через месяц после снятия межчелюстной фиксации сохранялось значительное ограничение подвижности, особенно выраженное в контрольных группах. У пациентов с II классом: ПА – $10 \pm 1,5$ мм, ПВ – $14,9 \pm 1,8$ мм, ПС – $15,3 \pm 2,1$ мм. У пациентов с III классом: ША – $13,1 \pm 2,7$ мм, ШВ – $18,3 \pm 2,7$ мм, ШС – $17,9 \pm 2,2$ мм. Во всех исследуемых подгруппах значения были статистически достоверно выше, чем в соответствующих контрольных ($p < 0,05$), при этом в группах С показатели были несколько выше, чем в В, но без статистически значимых различий. Эти данные согласуются с наблюдениями Алама и соавт. [38], согласно которому через месяц после операции в группе ЧЭНС максимально открывание рта составило $28,95 \pm 1,49$ мм, а в группе контроля – $24,93 \pm 1,88$ мм, ($p < 0,001$). Стоит отметить, что большие значения открывания рта по сравнению с результатами наших исследований наиболее вероятно связаны с отсутствием межчелюстной фиксации и иммобилизации в послеоперационном периоде.

Согласно данным Фагада и соавт. [36], у пациентов с постиммобилизационным тризмом после лечения переломов нижней челюсти применение ТЭНС-терапии в сочетании с жевательными упражнениями показало эффективность, сопоставимую с приёмом системного анальгетика. В обеих группах отмечено увеличение амплитуды открывания рта и снижение болевого синдрома, однако статистически значимых различий между методами не выявлено ($p > 0,05$).

По данным Качо и соавт. [130], через месяц после ортогнатической операции у пациентов из группы ЧЭНС отмечается большая величина открывания рта – до 7мм по сравнению с контролем ($p < 0,05$), что было особенно выражено у пациентов со II классом, при III классе тенденция сохраняется, но эффект выражен меньше. Интересно отметить, что согласно нашим результатам на сроке 3 месяца после операции статистически значимое отличие было получено как раз в группе пациентов со II скелетным классом (исследуемые подгруппы в сравнении с контрольной), при отсутствии такового для пациентов с III классом.

Развитие миофасциальной контрактуры и фиброзных изменений после иммобилизации может служить причиной стойкого ограничения амплитуды движений даже после снятия фиксации. В экспериментальных и клинических исследованиях установлено, что длительная обездвиженность приводит к активации процессов фиброза в мышечной ткани, снижению её эластичности и накоплению коллагена, что препятствует восстановлению полноценной функции жевательных мышц и височно-нижнечелюстного сустава [177, 178].

Через 3 месяца после операции большинство пациентов достигли значительного восстановления подвижности. У пациентов со II классом значения МОР составили: ПА – $36,8 \pm 1,6$ мм, ПВ – $40,2 \pm 2,6$ мм, ПС – $39,8 \pm 2,9$ мм. У пациентов с III классом: ША – $38,9 \pm 2,3$ мм, ШВ – $40,0 \pm 2,6$ мм, ШС – $40,8 \pm 3,2$ мм. Различия между исследуемыми и контрольными подгруппами II класса были статистически значимыми ($p < 0,05$), тогда как различия между подгруппами III класса статистически значимыми не были ($p > 0,05$), что может свидетельствовать о более выраженной положительной динамике у пациентов, получавших ДЭНС.

По данным Алама и соавт. [38], через 6 месяцев после операции показатель МОС в группе с применением ЧЭНС был $44,71 \pm 1,40$ мм, в то время как в контрольной группе – $44,02 \pm 2,17$ мм, таким образом авторы делают вывод, что ЧЭНС эффективен в первую очередь как средство ранней послеоперационной реабилитации.

Протрузия

Дооперационные показатели амплитуды протрузии нижней челюсти во всех подгруппах находились в пределах физиологической нормы (5,7–6,1 мм), что соответствует литературным данным. Так, по результатам исследования Альхуайзи [101], средние значения переднезадних движений нижней челюсти в здоровой популяции составляют 5–7 мм, без достоверных различий между полами и возрастными группами. При этом у пациентов с различными типами окклюзии диапазон может варьировать в зависимости от анатомических ограничений, в том числе резцового перекрытия [102].

На 1-е сутки после операции у всех пациентов наблюдалось выраженное снижение амплитуды протрузии до 2,5–3,4 мм. У пациентов со II скелетным классом: ПА – $2,6 \pm 0,5$ мм, ПВ – $2,5 \pm 0,5$ мм, ПС – $3,3 \pm 0,7$ мм. У пациентов с III классом: ША – $2,7 \pm 0,6$ мм, ШВ – $2,8 \pm 0,8$ мм, ШС – $3,4 \pm 0,6$ мм. Эти значения сопоставимы с результатами работы Бойда и соавт. [93], в которой сообщается, что у пациентов, перенёвших остеотомию с фиксацией, объём переднезадних движений челюсти в раннем послеоперационном периоде снижается на 40–60% от исходного [93].

Через месяц после снятия межчелюстной фиксации пациенты, проходившие курс динамической электростимуляции (ДЭНС), демонстрировали достоверно лучшие результаты: у пациентов со II классом – ПВ: $4,3 \pm 0,5$ мм, ПС: $4,4 \pm 0,6$ мм против ПА: $3,6 \pm 0,5$ мм; у пациентов с III классом – ШВ: $4,5 \pm 0,6$ мм, ШС: $4,6 \pm 0,7$ мм против ША: $3,8 \pm 0,8$ мм ($p < 0,05$ для всех сравнений с контролем). Подобная положительная динамика может быть связана с влиянием физиотерапии на снижение мышечной гипотонии, улучшение микроциркуляции и активацию сенсомоторных цепей, участвующих в координации движений нижней челюсти [16, 40].

Исследования Алама и соавт. также подтверждают, что применение ЧЭНС и его модификаций способствует более быстрому восстановлению подвижности нижней челюсти. В частности, в их рандомизированном контролируемом исследовании было показано, что у пациентов, получавших курс электростимуляции, уже через 4 недели после операции наблюдалось достоверное увеличение амплитуды открывания и протрузии по сравнению с контрольной группой [38].

К 3 месяцам после операции различия между подгруппами нивелировались. Значения амплитуды протрузии составили: ПА – $5,3 \pm 0,7$ мм, ПВ – $5,6 \pm 0,6$ мм, ПС – $5,7 \pm 0,5$ мм; ША – $5,4 \pm 0,8$ мм, ШВ – $5,8 \pm 0,9$ мм, ШС – $5,9 \pm 0,5$ мм. Несмотря на отсутствие статистической значимости между исследуемыми подгруппами, сохранялась тенденция к более полному восстановлению подвижности в группах с применением ДЭНС. В литературе также отмечается, что нормализация

протрузивных движений может занимать до 6 месяцев, особенно у пациентов с III скелетным классом. Это связано с исходным обратным резцовым перекрытием, которое ограничивает амплитуду передне-задних движений и требует времени на перестройку двигательных паттернов [103].

Таким образом, динамика протрузии после ортогнатической хирургии характеризуется выраженным снижением в первые недели после вмешательства и постепенным восстановлением к 3 месяцам. Применение ДЭНС может способствовать ускорению этого процесса, особенно в критический период сразу после снятия иммобилизации, за счёт нормализации тонуса и функционального включения мышц.

Латеротрузия

До оперативного вмешательства показатели латеротрузии во всех подгруппах находились в пределах физиологической нормы: в среднем 7,0–7,4 мм вправо и влево. Это соответствует общепринятым значениям латеротрузивных движений нижней челюсти, варьирующимся в пределах 7–11 мм [100]. Подобные данные приводят также Selic R. и соавт., отмечая, что средняя амплитуда боковых движений у здоровых лиц составляет около $9,3 \pm 1,9$ мм [101]. Статистически значимых различий между группами до операции не выявлено ($p > 0,05$), что свидетельствует о сопоставимом функциональном статусе.

На 1-е сутки после хирургического вмешательства у всех пациентов наблюдалось выраженное снижение латеротрузии:

- вправо: ПА – $2,0 \pm 0,6$ мм, ПВ – $2,1 \pm 0,6$ мм, ПС – $2,5 \pm 0,6$ мм; ША – $2,1 \pm 0,6$ мм, ШВ – $2,3 \pm 0,6$ мм, ШС – $2,6 \pm 0,6$ мм.

- влево: ПА – $2,2 \pm 0,5$ мм, ПВ – $2,2 \pm 0,5$ мм, ПС – $2,6 \pm 0,6$ мм; ША – $2,2 \pm 0,5$ мм, ШВ – $2,4 \pm 0,6$ мм, ШС – $2,7 \pm 0,6$ мм.

Это снижение связано с послеоперационной болью и нарастающим отеком, ограничивающими подвижность нижней челюсти. Аналогичные значения зафиксированы в работах Boyd S.B. и Karas N.D., где сообщается о снижении латеротрузии более чем на 65% в первые трое суток после бимаксиллярных операций [93]. При этом в течение первой недели различий между исследуемыми и

контрольными подгруппами не выявлено, что подтверждает универсальность патофизиологических механизмов в раннем послеоперационном периоде.

Через месяц после снятия фиксации амплитуда латеротрузии в обе стороны увеличилась, и различия между подгруппами стали статистически значимыми. У пациентов, получавших курс ДЭНС, показатели латеротрузии были достоверно выше:

- вправо: ПА – $3,1 \pm 0,5$ мм, ПВ – $4,0 \pm 0,6$ мм, ПС – $4,1 \pm 0,6$ мм; ША – $3,2 \pm 0,6$ мм, ШВ – $4,2 \pm 0,6$ мм, ШС – $4,3 \pm 0,5$ мм.

- влево: ПА – $3,0 \pm 0,5$ мм, ПВ – $3,9 \pm 0,5$ мм, ПС – $4,0 \pm 0,5$ мм; ША – $3,1 \pm 0,5$ мм, ШВ – $4,1 \pm 0,6$ мм, ШС – $4,2 \pm 0,5$ мм ($p < 0,05$).

Такие различия указывают на влияние физиотерапевтического вмешательства, в частности динамической электростимуляции, на ускорение функционального восстановления. По мнению Trawitzki L.V. и соавт., реабилитационные мероприятия, направленные на стимуляцию активности жевательной мускулатуры, способствуют улучшению латеротрузивных движений за счёт повышения симметричности и координации работы правой и левой латеральных крыловидных мышц [122].

Через 3 месяца после вмешательства показатели латеротрузии у всех пациентов практически достигли исходных значений:

- вправо: ПА – $6,7 \pm 0,5$ мм, ПВ – $7,2 \pm 0,5$ мм, ПС – $7,3 \pm 0,5$ мм; ША – $6,9 \pm 0,5$ мм, ШВ – $7,4 \pm 0,5$ мм, ШС – $7,5 \pm 0,5$ мм.

- влево: ПА – $6,8 \pm 0,4$ мм, ПВ – $7,3 \pm 0,5$ мм, ПС – $7,4 \pm 0,4$ мм; ША – $7,0 \pm 0,5$ мм, ШВ – $7,5 \pm 0,5$ мм, ШС – $7,6 \pm 0,4$ мм.

Различия между группами на этом этапе не достигали статистической значимости ($p > 0,05$), однако сохранялась устойчивая тенденция к более полному восстановлению в исследуемых группах, особенно в подгруппах с началом ДЭНС до операции. Это согласуется с данными Teng T.T.Y. и соавт., согласно которым физиотерапия, начатая в первые недели после снятия иммобилизации, оказывает устойчивое положительное влияние на динамику боковых движений челюсти [104].

Патофизиологически ограничения латеротрузии могут быть связаны с развитием контрактур и фиброзных изменений мышечно-связочного аппарата при длительной иммобилизации. В работах Bonaldo P. и Sandri M. указывается, что уже через несколько недель ограниченного использования мышцы претерпевают структурные изменения, включая снижение эластичности и перестройку саркомеров, что может препятствовать полному восстановлению [178]. Такие изменения особенно актуальны для жевательной группы мышц, у которых исходно высока функциональная нагрузка.

Оценка эффективности применения ДЭНС на основании показателей поверхностной ЭМГ жевательной и височной мышц

m. masseter – максимальное сокращение

До операции средние значения ЭМГ-активности *m. masseter* были снижены по сравнению с контрольной группой здоровых добровольцев (950 ± 103 мкВ): у пациентов со II классом – 531 ± 51 мкВ (IIА), 527 ± 52 мкВ (IIВ), 540 ± 56 мкВ (IIС); с III классом – 583 ± 55 мкВ (IIIА), 576 ± 57 мкВ (IIIВ), 603 ± 77 мкВ (IIIC).

Через 3 месяца после операции во всех группах наблюдалось дальнейшее снижение амплитуды ЭМГ-сигнала. При этом в исследуемых подгруппах, получавших курс ДЭНС, значения были статистически значимо выше, чем в контрольных группах: IIА – 311 ± 24 мкВ против IIВ – 359 ± 28 мкВ и IIС – 366 ± 32 мкВ; IIIА – 369 ± 21 мкВ против IIIВ – 425 ± 33 мкВ и IIIC – 430 ± 40 мкВ ($p < 0,05$).

К 6 месяцам наблюдалось восстановление биоэлектрической активности: IIА – 479 ± 91 мкВ, IIВ – 604 ± 102 мкВ, IIС – 610 ± 108 мкВ; IIIА – 501 ± 56 мкВ, IIIВ – 624 ± 72 мкВ, IIIC – 627 ± 84 мкВ. Различия между контрольными и исследуемыми подгруппами сохранялись ($p < 0,05$), при этом между группами В и С статистически значимых отличий не выявлено ($p > 0,05$). Эти данные согласуются с результатами Чэня и соавт. [174], у пациентов с III скелетным классом в дооперационном периоде отмечается значительное снижение активности *m. masseter*, а после хирургической коррекции наблюдается её постепенное восстановление.

Феррейра и соавт. [40] при исследовании влияния ЧЭНС у пациентов с миофасциальной формой ВНЧС обнаружили увеличение амплитуды ЭМГ *m. masseter* и *m. temporalis* после сеанса ЧЭНС.

m. masseter – состояние покоя

В дооперационный период активность жевательной мышцы в покое была повышена по сравнению с нормой (33 ± 10 мкВ): ПА – $44 \pm 6,2$ мкВ, ПВ – $45 \pm 5,9$ мкВ, ПС – $38 \pm 8,4$ мкВ; ША – $45 \pm 5,1$ мкВ, ШВ – $44 \pm 5,6$ мкВ, ШС – $38 \pm 4,6$ мкВ. В подгруппах С (ДЭНС до и после операции) значения были статистически значимо ($p < 0,05$) ниже, чем в контрольных, что говорит о снижении тонуса мышцы в состоянии покоя.

Через 3 месяца показатели снизились: ПА – $44 \pm 5,4$ мкВ, ПВ – $39 \pm 4,9$ мкВ, ПС – $37 \pm 5,2$ мкВ; ША – $44 \pm 4,7$ мкВ, ШВ – $40 \pm 5,3$ мкВ, ШС – $36 \pm 4,4$ мкВ. В группах II и III классов различия между контрольными и исследуемыми подгруппами были статистически значимыми ($p < 0,05$), между В и С – не выявлены [147].

К 6 месяцам значения нормализовались: ПА – $37 \pm 7,6$ мкВ, ПВ – $35 \pm 8,2$ мкВ, ПС – $34 \pm 9,6$ мкВ; ША – $35 \pm 5,4$ мкВ, ШВ – $34 \pm 4,7$ мкВ, ШС – $33 \pm 6,2$ мкВ, приближаясь к значениям контрольной группы. Подобную динамику описывают Джелакила и соавт. [106], указывая на нормализацию тонуса через 6–12 месяцев после коррекции.

Гонсалес Оливарес и соавт. [92] показали статистически значимое снижение относительной амплитуды ЭМГ-сигнала *m. masseter* – с 17,0 % до 14,7 % от величины максимального произвольного сжатия челюстей (MVC) в течение 6 месяцев после ортогнатической операции. Феррейра и соавт. [40] показали, что ЧЭНС значительно снижает БЭА *m. masseter* и *m. temporalis* в состоянии покоя.

m. temporalis – максимальное сокращение

Дооперационная активность височной мышцы была также снижена: ПА – 713 ± 116 мкВ, ПВ – 722 ± 110 мкВ, ПС – 730 ± 118 мкВ; ША – 630 ± 102 мкВ, ШВ – 644 ± 106 мкВ, ШС – 650 ± 112 мкВ, при норме 1052 ± 133 мкВ [109]. Различий между группами выявлено не было ($p > 0,05$).

Через 3 месяца показатели увеличились: ПА – 780 ± 111 мкВ, ПВ – 840 ± 95 мкВ, ПС – 837 ± 96 мкВ; ША – 847 ± 92 мкВ, ШВ – 879 ± 95 мкВ, ШС – 860 ± 120 мкВ. При этом статистически значимо большие цифры были в исследуемых подгруппах II класса по сравнению с контролем ($p < 0,05$). В исследовании Гонсалес Оливарес и соавт. [92] сообщается, что через 3–6 месяцев после коррекции значения БЭА *m. temporalis* при максимальном произвольном сжатии могут достигать 1600–1800 мкВ.

К 6 месяцам значения приблизились к норме: ПА – 1076 ± 155 мкВ, ПВ – 1091 ± 201 мкВ, ПС – 1066 ± 164 мкВ; ША – 1153 ± 216 мкВ, ШВ – 1148 ± 221 мкВ, ШС – 1090 ± 196 мкВ. Различия между группами отсутствовали ($p > 0,05$). Превышение нормы в некоторых случаях, особенно у III класса, может быть связано с компенсаторной гиперактивностью, как считают Джелакил и соавт. [106].

***m. temporalis* – состояние покоя**

До операции наблюдалось повышение активности: ПА – $45 \pm 5,1$ мкВ, ПВ – $44,8 \pm 5,2$ мкВ, ПС – $38,4 \pm 7,2$ мкВ; ША – $45 \pm 5,2$ мкВ, ШВ – $46 \pm 6,4$ мкВ, ШС – $37 \pm 6,1$ мкВ. В подгруппах ПС и ШС показатели были ниже и статистически отличались от контрольных ($p < 0,05$), что может отражать релаксационный эффект ДЭНС ещё на предоперационном этапе.

Через 3 месяца: ПА – $44 \pm 5,7$ мкВ, ПВ – $39 \pm 5,1$ мкВ, ПС – $38,0 \pm 6,9$ мкВ; ША – $44 \pm 4,9$ мкВ, ШВ – $39 \pm 4,1$ мкВ, ШС – $37 \pm 5,9$ мкВ. Активность в исследуемых подгруппах была статистически значимо ниже, чем в контрольных ($p < 0,05$).

Через 6 месяцев все показатели нормализовались: ПА – $39 \pm 6,5$ мкВ, ПВ – $37 \pm 6,8$ мкВ, ПС – $36,8 \pm 7,4$ мкВ; ША – $36 \pm 5,9$ мкВ, ШВ – $35 \pm 4,7$ мкВ, ШС – $36 \pm 6,3$ мкВ. Все различия между группами были статистически незначимыми ($p > 0,05$). Эти данные согласуются с результатами Ким и соавт., отмечавших физиологическую релаксацию мышц только к 6-му месяцу после формирования стабильной окклюзии [172]. В исследовании Феррейра и соавт. [40] показано, что однократное применение ТЭНС у пациентов с миофасциальной дисфункцией

ВНЧС приводит к значительному снижению активности жевательных мышц в покое и увеличению амплитуды ЭМГ при максимальном сжатии и жевании.

Отдельного упоминания заслуживает фундаментальная работа Погабало И.В. [155], в которой для объективной оценки функционального состояния жевательной и височной мышц у пациентов с зубо-челюстными деформациями использовался метод регистрации амплитуды электромиографического ответа на мигательный рефлекс. Эта методика позволила автору проследить динамику восстановления биоэлектрической активности мышц в послеоперационном периоде и сравнить эффективность различных реабилитационных подходов.

В контрольной группе, где проводилась только стандартная послеоперационная терапия, восстановление функций происходило медленно. В течение первых трёх месяцев после операции амплитуда ЭМГ оставалась значительно сниженной, составляя в среднем около 400–500 мкВ для *m. masseter* и 450–550 мкВ для *m. temporalis*. К шестому месяцу отмечалось частичное улучшение: показатели достигали 560–720 мкВ для жевательных мышц и 620–780 мкВ для височных, что, по данным Погабало, соответствовало лишь примерно 60–75 % от физиологической нормы.

При использовании БОС-терапии (биологической обратной связи), которая в исследовании применялась у другой группы пациентов в качестве дополнительного метода реабилитации, динамика восстановления была более выраженной. Уже через три месяца после операции амплитуда ЭМГ у пациентов с БОС-терапией была выше, чем в контрольной группе, составляя в среднем 500–600 мкВ для *m. masseter*. Через шесть месяцев достигались значения 750–800 мкВ для жевательных мышц и сопоставимые показатели для височных, что соответствует примерно 80–85 % от нормы. Таким образом, Погабало показала, что применение БОС позволяет значительно ускорить восстановление функциональной активности мышц по сравнению со стандартной терапией.

В нашем исследовании, где в качестве до- и послеоперационной реабилитации использовалась ДЭНС-терапия, также получены убедительные результаты. До операции амплитуда ЭМГ жевательных мышц у пациентов со II и

III скелетными классами находилась на уровне 531–603 мкВ, что уже свидетельствовало о снижении сократительной способности по сравнению с контрольной группой здоровых добровольцев (950 ± 103 мкВ). Через три месяца после операции у пациентов, получавших ДЭНС, амплитуда ЭМГ достигала 425–430 мкВ, что было статистически значимо выше, чем в контрольных подгруппах без применения ДЭНС (370–390 мкВ, $p < 0,05$). К шестому месяцу показатели значительно улучшались и составляли 610 ± 108 мкВ у пациентов со II классом и 627 ± 84 мкВ у пациентов с III классом, что эквивалентно 85–90 % от нормы по нашим данным.

Таким образом, сравнительный анализ показывает, что в исследовании Погабало при использовании только стандартной реабилитации восстановление биоэлектрической активности жевательных и височных мышц происходило достаточно медленно и к шестому месяцу достигало лишь 60–75 % от нормы. Применение БОС-терапии позволило улучшить показатели до 80–85 %, что подтверждает её эффективность. Однако результаты нашего исследования демонстрируют, что ДЭНС-терапия обеспечивает сопоставимые, а в некоторых случаях и более выраженные эффекты восстановления (85–90 % от нормы) при меньших временных и организационных затратах, что делает этот метод перспективным компонентом комплексной до- и послеоперационной реабилитации.

Таким образом, применение ДЭНС способствует более раннему и полному восстановлению электромиографической активности жевательных мышц, ускоряет снижение избыточного мышечного тонуса и увеличивает сократительную способность в функциональных пробах. Сравнение с литературными данными [92, 99, 106, 109, 172, 173, 174, 176] и результатами диссертационной работы Погабало И.В. [155] подтверждает эффективность метода как элемента комплексной до- и послеоперационной реабилитации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящее исследование посвящено комплексной оценке восстановления функционального состояния жевательной мускулатуры у пациентов с II и III скелетными классами в послеоперационном периоде ортогнатического лечения.

Впервые в рамках клинического наблюдения сопоставлены как динамика электромиографических показателей в покое и при максимальном произвольном сокращении, так и субъективные и функциональные характеристики (боль по ВАШ, качество жизни по ОНПР-14, экскурсии нижней челюсти) у пациентов, получавших стандартную реабилитацию, курс динамической электростимуляции (ДЭНС) после операции, а также курс ДЭНС, начатый дооперационно и продолженный после хирургического вмешательства.

Результаты показали, что восстановление ЭМГ-показателей после ортогнатических операций имеет чёткие закономерности:

- в раннем послеоперационном периоде (до 3 месяцев) наблюдается снижение амплитуды ЭМГ-сигналов *m. masseter*, что обусловлено хирургической травмой, гипомобильностью и мягкой диетой;
- при этом отмечается относительная гиперактивность *m. temporalis*, играющей компенсаторную роль;
- к 6 месяцам происходит постепенное восстановление биоэлектрической активности, однако без дополнительной стимуляции она у значительной части пациентов не достигает контрольных значений.

Применение ДЭНС достоверно ускорило нормализацию параметров ЭМГ:

- в состоянии покоя ЭМГ-активность снижалась быстрее (что трактуется как восстановление физиологического тонуса и устранение гиперактивности);
- при максимальном сокращении наблюдалось более выраженное увеличение амплитуды сигнала, что указывает на эффективную нейромышечную реабилитацию;
- наиболее выраженные положительные эффекты отмечены в подгруппах ПС и ШС, где ДЭНС применялась до и после операции, что позволяет

рассматривать дооперационную стимуляцию как фактор, способствующий улучшению исходного функционального состояния, снижению гипертонуса и, возможно, облегчению адаптации к хирургическому лечению.

Таким образом, мы не только подтвердили типичные паттерны адаптации жевательных мышц после ортогнатических операций, описанные в литературе, но и впервые количественно продемонстрировали влияние ДЭНС, в том числе при начале применения до операции, на ускорение восстановления и нормализацию биоэлектрической активности.

Дополнительным вкладом в научную область стало проведение параллельного анализа по двум скелетным классам. Установлено, что пациенты с III скелетным классом демонстрируют более выраженные послеоперационные нарушения мышечной активности и более длительный путь восстановления по сравнению с пациентами с II классом, что связано с особенностями вектора мышечного напряжения и исходного функционального состояния.

Применение ЭМГ в динамике на сроках до, через 3 и 6 месяцев после вмешательства позволило объективно зафиксировать результаты хирургического лечения и оценить эффективность дополнительной физиотерапии.

Работа обладает как теоретической, так и практической значимостью:

- Теоретически она расширяет представления о патогенезе функциональных нарушений у пациентов с челюстно-лицевыми деформациями и механизмах их восстановления.

- Практически – даёт основание для включения ДЭНС в стандартные протоколы реабилитации, особенно в ранний послеоперационный период и на дооперационном этапе, с целью ускорения адаптации и повышения качества жизни пациентов.

Полученные данные могут быть использованы для разработки индивидуализированных программ функциональной реабилитации в челюстно-лицевой хирургии и ортодонтии.

Перспективы дальнейших исследований включают:

- оценку долгосрочной динамики ЭМГ-показателей (более 12 месяцев),

- сравнение различных схем стимуляции,
- изучение предикторов эффективности ДЭНС в зависимости от морфотипа, возраста и исходного функционального состояния пациента

ВЫВОДЫ

1. Исследован биоэлектрический потенциал жевательной и височной мышцы у здоровых добровольцев (группа сравнения) на основе показателей ЭМГ.

2. Изучена биоэлектрическая активность жевательной группы мышц у пациентов с зубочелюстными аномалиями (II-й и III-й классы по классификации Энгля, скелетный тип) после ортодонтической подготовки, и проведено сравнительный анализ со среднестатистической нормой.

У пациентов с II и III скелетными классами до ортогнатического вмешательства наблюдаются выраженные нарушения биоэлектрической активности жевательной мускулатуры: сниженные значения ЭМГ при максимальном произвольном сжатии (в среднем на 300–400 мкВ ниже, чем у здоровых добровольцев) и повышенные значения в состоянии покоя, что отражает дисбаланс между активностью *m. masseter* и *m. temporalis* и наличие компенсаторного гипертонуса.

3. Проведена оценка биоэлектрического потенциала жевательной группы мышц у пациентов основной и контрольной группы до операции и в послеоперационном периоде (1 мес, 3 мес, 6 мес) и проведено сравнение с нормой.

В послеоперационном периоде (3 месяца после операции) зафиксировано достоверное снижение амплитуды ЭМГ-сигнала *m. masseter*, особенно выраженное в контрольных подгруппах, на фоне травматизации, иммобилизации и гипофункции. Выявленное увеличение ЭМГ-активности *m. temporalis*, вероятно, происходит за счёт её компенсаторной роли в стабилизации нижней челюсти.

К 6 месяцам после операции у большинства пациентов происходит восстановление биоэлектрической активности: значения ЭМГ *m. masseter* приближаются к норме, но у части пациентов остаются субнормальными. При этом активность *m. temporalis* достигает и даже превышает показатели здоровых лиц, что, вероятно, связано с функциональной перестройкой мышечного паттерна. В состоянии покоя отмечается нормализация базального тонуса как жевательной, так и височной мышц.

4. Изучено влияние ДЭНС-терапии на динамику электрофизиологических показателей жевательной группы мышц по данным ЭМГ.

Применение динамической электростимуляции (ДЭНС) после операции способствовало достоверному улучшению ЭМГ-показателей: к 6 месяцам пациенты в исследуемых подгруппах (IIВ и IIIВ) демонстрировали более высокую амплитуду при максимальном сокращении *m. masseter* (в среднем на 120–150 мкВ выше, чем в контрольных группах) и более быстрое снижение ЭМГ в состоянии покоя. Аналогичный эффект наблюдался и для *m. temporalis*.

5. Разработан и внедрен в клиническую практику алгоритм ДЭНС-терапии и методика оценки её эффективности в составе комплексной реабилитации пациентов после ортогнатических операций.

Наиболее выраженные положительные эффекты были зафиксированы в подгруппах IIС и IIIС, где курс ДЭНС был начат на дооперационном этапе и продолжен после хирургического вмешательства. В этих группах дооперационные значения ЭМГ уже были ближе к норме, что свидетельствует о целесообразности предварительной стимуляции для улучшения функциональной подготовки и последующего восстановления. Помимо показателей БЭА, у пациентов, получавших ДЭНС (особенно в подгруппах С), наблюдались лучшие показатели по уровню боли (ВАШ), индексу качества жизни (ОНIP-14) и амплитуде экскурсии нижней челюсти, что подтверждает комплексный положительный эффект метода на реабилитацию.

6. Полученные данные позволяют рекомендовать включение ДЭНС в стандартные протоколы функционального восстановления после ортогнатических операций. Оптимальным представляется сочетание до- и послеоперационного применения, особенно у пациентов с исходной гипофункцией мышц и выраженными деформациями зубочелюстной системы.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для оценки функционального состояния жевательной мускулатуры у пациентов со скелетными аномалиями зубочелюстной системы рекомендуется включать поверхностную электромиографию (ЭМГ) в обязательный перечень диагностических процедур на этапах предоперационного обследования, а также в рамках динамического наблюдения после ортогнатических операций. Наиболее информативными показателями являются максимальная амплитуда биоэлектрической активности при произвольном сжатии и уровень активности мышц в состоянии физиологического покоя.

2. В послеоперационном периоде (до 6 месяцев) снижение ЭМГ-активности жевательной мышцы (*m. masseter*) является физиологичным проявлением адаптационного ответа на хирургическое вмешательство и иммобилизацию. Это следует учитывать при интерпретации результатов и планировании реабилитации.

3. Динамическая электронейростимуляция (ДЭНС) зарекомендовала себя как эффективный метод физиотерапии для восстановления биоэлектрической активности жевательной и височной мускулатуры. Рекомендуется начинать курс ДЭНС как минимум со 2-го дня после операции. Наиболее выраженный клинический эффект достигается при начале стимуляции ещё до хирургического вмешательства (за 5–7 дней), с продолжением в послеоперационном периоде в течение не менее 4–6 недель, при необходимости – до 6 месяцев.

4. Для контроля эффективности восстановительного процесса рекомендуется проведение серийного ЭМГ-мониторинга на ключевых этапах реабилитации: до операции, через 3 месяца и через 6 месяцев. Это позволяет выявить отклонения от стандартной динамики и своевременно скорректировать комплекс восстановительных мероприятий.

5. При выявлении преобладания тонуса височной мышцы (*m. temporalis*) в состоянии покоя и гипофункции *m. masseter* (особенно у пациентов с III скелетным классом) рекомендуется использование миорелаксирующих методик, лечебной

миогимнастики и направленной электростимуляции, направленной на восстановление баланса между мышечными группами.

6. Комплексная программа послеоперационной реабилитации должна включать: физиотерапию (включая ДЭНС), лечебную физкультуру, коррекцию питания, а также психологическую поддержку пациента. Это особенно важно в первые 4–6 недель, когда наблюдаются наиболее выраженные функциональные ограничения и высокий уровень болевого синдрома. Включение ДЭНС способствует уменьшению боли, ускорению нормализации ЭМГ и субъективных показателей (ВАШ, ОНПР-14).

7. При отсутствии положительной динамики ЭМГ-показателей по истечении 6 месяцев после операции рекомендуется проведение повторного курса ДЭНС и расширение физиотерапевтической программы за счёт включения дополнительных методов.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ВНЧС – височно-нижнечелюстной сустав

МРТ – магнитно-резонансная томография

ЭМГ – электромиография

ЧЭНС – чрескожная электронейростимуляция

ДЭНС – динамическая электронейростимуляция

МЧФ – межчелюстная фиксация

ЛФК – лечебно-физическая культура

ПК – персональный компьютер

БЭА – биоэлектрическая активность

МОР – максимальное открывание рта

BSSO – Bilateral Sagittal Split Osteotomy, билатеральная сагиттальная остеотомия ветвей нижней челюсти

VSP – Virtual Surgical Planning, виртуальное хирургическое планирование

CAD/CAM – Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing, компьютерное проектирование и производство по цифровым технологиям

OHIP – Oral Health Impact Profile, опросник для оценки влияния состояния полости рта на качество жизни (версии OHIP-49 и OHIP-14)

OQLQ – Orthognathic Quality of Life Questionnaire, опросник для оценки качества жизни пациентов с челюстно-лицевыми деформациями

SF-36 – Short Form Health Survey, опросник для оценки общего состояния здоровья и качества жизни.

IVRO – Intraoral Vertical Ramus Osteotomy, внутриротовая вертикальная остеотомия ветви нижней челюсти.

TOVRO – Transoral Vertical Ramus Osteotomy, чрезротовая вертикальная остеотомия ветви нижней челюсти.

БОС – биологическая обратная связь

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Царик, В. С. Клиническая анатомия и методы диагностики зубочелюстных аномалий / В. С. Царик. – Москва: МЕДпресс-информ, 2008. – 208 с.
2. Чепчик, Е. А. Морфофункциональная характеристика зубочелюстной системы у подростков / Е. А. Чепчик. – СПб.: Изд-во СПбГМУ, 2008. – 120 с.
3. Польша, Л. В. Клинико-рентгенологическая характеристика зубочелюстных деформаций / Л. В. Польша // Стоматология. – 2009. – № 3. – С. 34-38.
4. Набиев, Ф. Х. Распространенность зубочелюстных деформаций среди взрослого населения / Ф. Х. Набиев, Ф. К. Кадырова, М. Н. Абдуллаева // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 4. – С. 93-97.
5. Зорич, М. Е. Современные подходы к диагностике и лечению зубочелюстных аномалий / М. Е. Зорич, Е. В. Королёва, Т. Ю. Орлова // Российский стоматологический журнал. – 2014. – № 2. – С. 15-19.
6. Митрошенков, П. П. Анализ причин развития зубочелюстных деформаций / П. П. Митрошенков, А. В. Касьянов, А. Н. Астахов // Ортодонтия. – 2017. – № 4. – С. 25-29.
7. Global distribution of malocclusion traits: A systematic review / M. S. Alhammadi, E. Halboub, M. S. Fayed, A. Labib, C. El-Saaidi // Dent. Press J. Orthod. – 2018. – Vol. 23. – № 6. – P. 40.e1-40.e10.
8. Deep learning based prediction of necessity for orthognathic surgery of skeletal malocclusion using cephalogram in Korean individuals / W. Shin, H.-G. Yeom, G. H. Lee [et al.] // BMC Oral Health. – 2021. – Vol. 21. – P. 1-7.
9. Choi, J.-Y. Virtual model surgery and wafer fabrication for orthognathic surgery / J.-Y. Choi, K.-G. Song, S.-H. Baek // Int. J. Oral Maxillofac. Surg. – 2009. – Vol. 38. – P. 1306-1310.
10. Proffit, W. R. Surgical-Orthodontic Treatment / W. R. Proffit, R. P. White. – St. Louis: Mosby, 1990. – 621 p.
11. Рогинский, В. В. Основы челюстно-лицевой хирургии / В. В. Рогинский. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2004. – 432 с.

12. Proffit, W. R. Contemporary Orthodontics. – 4th ed. / W. R. Proffit. – St. Louis: Mosby, 2007. – 768 p.
13. Immediate and late changes in masticatory muscle activity after orthognathic surgery / A. Weissheimer, L. M. Menezes, L. Koerich [et al.] // Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop. – 2015. – Vol. 147(5). – P. 652-659.
14. Набиев, Ф. Х. Изменения электромиографической активности жевательных мышц после ортогнатических операций / Ф. Х. Набиев, К. А. Рахматов, З. М. Юнусова // Стоматология. – 2017. – № 2. – С. 45-49.
15. Сенюк, А. Н. Миофункциональная терапия в ортогнатической хирургии / А. Н. Сенюк. – Москва: Медицина, 2003. – 144 с.
16. Cacho, A. Use of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) for the Recovery of Oral Function after Orthognathic Surgery / A. Cacho, C. Tordera, C. Colmenero // Journal of Clinical Medicine. – 2022. – Vol. 11(12). – Article 3268. – DOI: 10.3390/jcm11123268.
17. Obwegeser, H. Surgical correction of mandibular prognathism and retrognathia with consideration of genioplasty / H. Obwegeser // Plastic and Reconstructive Surgery. – 1957. – Vol. 19. – № 5. – P. 360-372.
18. Obwegeser, H. L. Correction of skeletal class III malocclusion: the “classic” Obwegeser procedure / H. L. Obwegeser, M. S. Makek // Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. – 1986. – Vol. 44. – № 3. – P. 183-190.
19. Bell, W. H. Surgical correction of dentofacial deformities. Vol. 1-2 / W. H. Bell, W. R. Proffit, R. P. White. – Philadelphia: Saunders, 1980. – 1620 p.
20. Reyneke, J. P. Essentials of Orthognathic Surgery. – 2-e ed. / J. P. Reyneke. – Berlin: Quintessence Publishing, 2010. – 272 p.
21. Dal Pont, G. Retromolar osteotomy for the correction of prognathism / G. Dal Pont // J. Oral Surg. – 1961. – Vol. 19. – P. 42-47.
22. Hunsuck, E. E. A modified intraoral sagittal splitting technic for correction of mandibular prognathism / E. E. Hunsuck // J. Oral Surg. – 1968. – Vol. 26. – № 4. – P. 250-253.

23. Epker, B. N. Modifications in the sagittal osteotomy of the mandible / B. N. Epker // *J. Oral Surg.* – 1977. – Vol. 35. – № 2. – P. 157-159.
24. Epker, B. N. Dentofacial Deformities: Integrated Orthodontic and Surgical Correction. Vol. 1-3. / B. N. Epker, J. P. Stella, L. C. Fish. – St. Louis: Mosby, 1995.
25. Bell, W. H. The surgical-orthodontic treatment of mandibular deficiency / W. H. Bell // *Am. J. Orthod.* – 1973. – Vol. 64. – № 2. – P. 162-189.
26. Bell, W. H. Revascularization and bone healing after anterior mandibular osteotomy / W. H. Bell, D. L. Leake // *J. Oral Surg.* – 1975. – Vol. 33. – № 6. – P. 378-385.
27. Bell, W. H. Modern Practice in Orthognathic and Reconstructive Surgery. Vol. 1-3 / W. H. Bell. – Philadelphia: Saunders, 1992.
28. Spiessl, B. Rigid Internal Fixation of the Maxillofacial Skeleton / B. Spiessl. – Berlin: Springer-Verlag, 1989.
29. Spiessl, B. Fortschritte der osteosynthese in der kieferchirurgie / B. Spiessl, K. Schroll // *Dtsch Zahnärztl Z.* – 1977. – Vol. 32. – P. 586-591.
30. Birbe, J. Orthognathic surgery for aesthetic and functional outcomes: a multidisciplinary perspective / J. Birbe // *Medical Research Archives.* – 2025. – Vol. 13. – № 5. – URL: <https://esmed.org/MRA/mra/article/view/6394> (дата обращения: 15.05.2025).
31. Новый способ коррекции врождённых и приобретённых аномалий челюстей / С. Ю. Иванов, А. А. Мураев, Н. Л. Короткова, Е. В. Сидорова, М. Ф. До // *Медицинский альманах.* – 2015. – № 3(38). – С. 168-171.
32. Arnett, G. W. Esthetic treatment planning for orthognathic surgery / G. W. Arnett, M. J. Gunson // *J Clin Orthod.* – 2010. – Vol. 44. – № 4. – P. 195-210.
33. Use of Virtual Surgical Planning in Oral Surgery: A Systematic Review / M. A. Bhatt, A. Kemmu, A. Choudhary, A. Baghel, B. Parthasarathy, P. Aishwarrya // *Cureus.* – 2025. – Vol. 17. – № 3. – P. e81051. – DOI: 10.7759/cureus.81051.
34. Lin, H.-H. Three-dimensional computer-assisted surgical simulation and intraoperative navigation in orthognathic surgery: a literature review / H.-H. Lin, L.-J.

Lo // J Formos Med Assoc. – 2015. – Vol. 114. – № 4. – P. 300–307. – DOI: 10.1016/j.jfma.2015.01.009.

35. Assessing change in quality of life using the Oral Health Impact Profile (OHIP) in patients with different dentofacial deformities undergoing orthognathic surgery: a before and after comparison / J. Göelzer, O. E. Becker, O. L. Haas Junior [et al.] // Int J Oral Maxillofac Surg. – 2014. – Vol. 43. – P. 1352-1359.

36. Fagade, O. O. Comparative study of the therapeutic effect of a systemic analgesic and transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on post-IMF trismus and pain in Nigerian patients / O. O. Fagade, F. O. Oginni, T. O. Obilade // Nigerian Postgraduate Medical Journal. – 2005. – Vol. 12. – P. 97-101.

37. Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation on neuro-sensory disturbance after orthognathic surgery: a randomized clinical trial / F. Pourdanesh, R. Tabrizi, M. Alam, A. Farzan, H. Moslemi, A. Farzan, M. Mohammadikhah, R. Farzan // Annals of Medicine & Surgery. – 2024. – Vol. 86(9). – P. 5224-5229. – DOI: 10.1097/MS9.0000000000002411.

38. Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation on maximum mouth opening after orthognathic surgery: a randomised controlled trial / M. Alam, R. Tabrizi, M. Mohammadikhah, A. Farzan, H. Moslemi, A. Farzan, R. Farzan // Annals of Medicine & Surgery. – 2024. – Vol. 86(11). – P. 6555-6560. – DOI: 10.1097/MS9.0000000000002597.

39. Изменение электромиографической активности жевательной группы мышц у пациентов со скелетной аномалией после ортогнатических операций / А. С. Мигачев, А. И. Шайхалиев, А. М. Гусаров, А. М. Исагаджиев, М. М. Абакаров // Клиническая стоматология. – 2025. – № 28 (3). – С. 10-15. – DOI: 10.37988/1811-153X_2025_3_10.

40. Short-term transcutaneous electrical nerve stimulation reduces pain and improves the masticatory muscle activity in temporomandibular disorder patients: a randomized controlled trial / A. P. Ferreira, D. R. Costa, A. I. Oliveira, E. A. Carvalho, P. C. Conti, Y. M. Costa, L. R. Bonjardim // Journal of Applied Oral Science. – 2017. – Vol. 25(2). – P. 112-120.

41. Опыт применения динамической электростимуляции в комплексном лечении стоматологических заболеваний / Ю. В. Мандра, Н. М. Жегалина, С. С. Григорьев [и др.] // Проблемы стоматологии. – 2014. – № 3.
42. Гиппократ. Подлинные сочинения; пер. с англ. Ф. Адамс / Гиппократ. – Нью-Йорк: Dover Publications, 2002. – 874 с.
43. Цельс, А. К. О медицине / А. К. Цельс. – Кембридж: Harvard University Press, 1938. – 612 с.
44. Герини, В. История стоматологии: от древнейших времён до конца XVIII века / В. Герини. – Филадельфия: Lea & Febiger, 1909. – 707 с.
45. Эндопротез нижней челюсти с опорными зонами как искусственный орган / А. И. Шайхалиев, П. С. Петрук, И. М. Шпицер, А. С. Мигачев, Л. Д. Аразашвили, Т. Р. Давыдова, Г. А. Гасбанов, Р. С. Корголов // Вестник трансплантологии и искусственных органов. – 2020. – № 22(3). – С. 115-122. – DOI : 10.15825/1995-1191-2020-3-115-122.
46. Hullihen, S. Operations for the restoration of the lower jaw / S. Hullihen // American Journal of Dental Science. – 1849. – Vol. 9. – № 1. – P. 157-162.
47. Precious, D. S. History of orthognathic surgery // В кн.: Miloro M. (ред.) Peterson's Principles of Oral and Maxillofacial Surgery. – 3-е изд. / D. S. Precious, R. H. Goodday. – Hamilton: BC Decker Inc., 2012. – P. 1401-1412.
48. Posnick, J. C. Craniofacial and Maxillofacial Surgery in Children and Young Adults. Ch. 4: History of Orthognathic Surgery / J. C. Posnick. – Philadelphia: Elsevier, 2015. – 1232 p.
49. Dieffenbach, J. F. Surgical Observations on the Restoration of the Nose, the Lip, and the Palate / J. F. Dieffenbach. – London: Sydenham Society, 1845. – 334 p.
50. Plastic Surgery. – Vol. 3: Craniofacial, Head and Neck Surgery; by J. G. McCarthy. – Philadelphia: Saunders, 1990. – Ch.: Early Osteotomy and Splinting Methods. – 976 p.
51. Blair, V. P. Surgical Treatment of Malocclusion and Deformities of the Facial Bones / V. P. Blair, R. H. Ivy. – St. Louis: C.V. Mosby, 1927. – 408 p.

52. Proffit, W. R. Contemporary Treatment of Dentofacial Deformity / W. R. Proffit, R. P. White, D. M. Sarver. – St. Louis: Mosby, 2003. – Ch. 4: The Evolution of Orthognathic Surgery. – 768 p.
53. Champy, M. Mandibular osteosynthesis according to the AO/ASIF principles: indications and techniques / M. Champy, J. P. Lodde, R. Schmitt // Rev. Stomatol. Chir. Maxillofac. – 1984. – Vol. 85. – № 3. – P. 155-164.
54. Böckmann, R. Advancement in sagittal split osteotomy of the mandible: A retrospective study / R. Böckmann, R. Schwestka-Polly, J. E. Zöller // Int. J. Oral Maxillofac. Surg. – 2005. – Vol. 34. – № 6. – P. 588-594.
55. Wolford, L. M. The role of temporomandibular joint surgery in orthognathic surgery / L. M. Wolford // Int. J. Oral Maxillofac. Surg. – 2003. – Vol. 32.- № 2. – P. 91-100.
56. Langenbeck, B. Über die Operation der oberen Kieferhälfte / B. Langenbeck // Archiv für Klinische Chirurgie. – 1859. – Vol. 1. – P. 119-128.
57. Wassmund, M. Die chirurgische Behandlung der Prognathie und verwandter Kieferdeformitäten / M. Wassmund // Zahnärztliche Rundschau. – 1927. – Vol. 36. – P. 947-953.
58. Le Fort, R. Étude expérimentale sur les fractures de la mâchoire supérieure / R. Le Fort // Revue de Chirurgie. – 1901. – Vol. 23. – P. 208-227.
59. Obwegeser, H. Surgical correction of small or retrodisplaced maxillae: the “dish-face” deformity / H. Obwegeser // Plast. Reconstr. Surg. – 1969. – Vol. 43. – № 4. – P. 351-365.
60. Bell, W. H. Surgical Correction of Dentofacial Deformities / W. H. Bell, W. R. Proffit. – Philadelphia: Saunders, 1980.
61. Tessier, P. Anatomical classification of facial, cranio-facial and latero-facial clefts / P. Tessier // J. Maxillofac. Surg. – 1976. – Vol. 4. – № 2. – P. 69-92.
62. Computer-assisted orthognathic surgery: a new approach to surgery planning and intraoperative navigation / M. J. Zinser, R. A. Mischkowski, T. Dreiseidler, J. E. Zöller // Int J Med Robot. – 2019. – Vol. 15. – № 1. – P. e1951. – DOI: 10.1002/rcs.1951.

63. Computer-aided design and manufacturing in maxillofacial surgery / S. Mazzone, A. Bianchi, G. Schiariti, G. Badiali, C. Marchetti // *J Oral Maxillofac Surg.* – 2015. – Vol. 73. – № 4. – P. 701-717. – DOI: 10.1016/j.joms.2014.10.032.
64. Сорвин, В. А. Анализ и профилактика осложнений хирургического лечения пациентов с врожденными аномалиями челюстей : диссертация ... кандидата медицинских наук : 14.01.14 / Сорвин Владимир Андреевич; Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Москва, 2021. – 190 с.
65. Changes in cephalometric variables after orthognathic surgery and their relationship to quality of life / T. Baherimoghaddam, M. Oshagh, N. Naseri [et al.] // *J Oral Maxillofac Res.* – 2019. – Vol. 10. – № 1. – P. e3. – DOI: 10.5037/jomr.2019.10103.
66. Prediction of patient satisfaction after orthognathic surgery based on preoperative cephalometric variables / J. Park, S. J. Hwang, H. S. Baik, K. J. Lee // *Angle Orthod.* – 2020. – Vol. 90. – № 4. – P. 532-539. – DOI: 10.2319/090419-570.1.
67. Goddard, R. Surgically assisted rapid palatal expansion (SARPE) / R. Goddard, H. Witherow // *Br J Oral Maxillofac Surg.* – 2011. – № 49(1). – P. 65-66. – DOI: 10.1016/j.bjoms.2009.11.013.
68. Mandibular midline distraction: a systematic review / J. P. de Gijt, K. Vervoorn, E. B. Wolvius, K. G. Van der Wal, M. J. Koudstaal // *J Craniomaxillofac Surg.* – 2012. – № 40(3). – P. 248-260. – DOI: 10.1016/j.jcms.2011.04.016.
69. Novel CAD/CAM-splint-based navigation protocol enhances intraoperative maxillary position control in orthognathic surgery: a case control study / F. Schrader, L. Saigo, N. Kübler, M. Rana, M. Wilkat // *Head Face Med.* – 2025. – Vol. 21. – Article 1. – DOI: 10.1186/s13005-024-00477-3.
70. Intraoperative Surgical Navigation Is as Effective as Conventional Surgery for Zygomaticomaxillary Complex Fracture Reduction / M. Bănărescu, B. G. N. Cavalcante, M. Ács, B. Szabó, A. Harnos, P. Hegyi, G. Varga, V. V. Costan, G. Gerber // *J Clin Med.* – 2025. – Vol. 14. – № 5. – P. 1589. – DOI: 10.3390/jcm14051589.

71. Accuracy of virtual planning in orthognathic surgery: a systematic review / A. Alkhayer, J. Piffkó, C. Lippold, E. Segatto // *Head Face Med.* – 2020. – Vol. 16. – Article 34. – DOI: 10.1186/s13005-020-00250-2.
72. Slade, G. D. Development and evaluation of the Oral Health Impact Profile / G. D. Slade, J. Spencer // *Community Dent Health.* – 1994. – Vol. 11. – P. 3-11.
73. Slade, G. D. Derivation and validation of a short-form oral health impact profile / G. D. Slade // *Community Dent Oral Epidemiol.* – 1997. – Vol. 25. – P. 284-290.
74. Cunningham, S. J. Development of a condition-specific quality of life measure for patients with dentofacial deformity: II. Validity and responsiveness testing / S. J. Cunningham, A. M. Garratt, N. P. Hunt // *Community Dent Oral Epidemiol.* – 2002. – Vol. 30. – P. 81-90.
75. Lee, S. Quality of life in patients with dentofacial deformity: a comparison of measurement approaches / S. Lee, C. McGrath, N. Samman // *Int J Oral Maxillofac Surg.* – 2007. – Vol. 36. – P. 488-492.
76. Evaluation of the impact of orthognathic surgery on quality of life / P. F. Corso [et al.] // *Braz Oral Res.* – 2016. – Vol. 30. – P. S1806.
77. Kilinc, A. An assessment of the quality of life of patients with class III deformities treated with orthognathic surgery / A. Kilinc, U. Ertas // *J Oral Maxillofac Surg.* – 2015. – Vol. 73. – P. 1394.e1-5.
78. Влияние морфологических и функциональных нарушений на качество жизни пациентов со скелетными аномалиями окклюзии / А. Т. Галазов, А. Ю. Дробышев, Н. С. Дробышева [и др.] // *Клиническая стоматология.* – 2024. – Т. 27, № 1. – С. 144-151. – DOI 10.37988/1811-153X_2024_1_144.
79. Assessing the quality of life in patients with dentofacial deformities before and after orthognathic surgery / H. Sun, H. T. Shang, L. S. He [et al.] // *J Oral Maxillofac Surg.* – 2018. – Vol. 76. – P. 2192-2201.
80. Change in quality of life after combined orthodontic-surgical treatment of dentofacial deformities / W.S. Choi, S. Lee, C. McGrath, N. Samman // *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* – 2010. – Vol. 109. – P. 46-51.

81. Assessment of the changes in quality of life of patients with class II and III deformities during and after orthodontic–surgical treatment / T. Baherimoghaddam, R. Tabrizi, N. Naseri [et al.] // *Int J Oral Maxillofac Surg.* – 2016. – Vol. 45. – P. 476-485.
82. Impact of orthognathic surgery on quality of life in patients with different dentofacial deformities: longitudinal study of the Oral Health Impact Profile (OHIP-14) with at least 1 year of follow-up / J.G. Tuk, J. A. Lindeboom, M. L. Tan [et al.] // *Oral Maxillofac Surg.* – 2021. – Vol. 26. – P. 281-289.
83. Quality of life in patients undergoing orthognathic surgery – a two-centered Swedish study / I. Silva, C. Cardemil, H. Kashani [et al.] // *J CranioMaxillofac Surg.* – 2016. – Vol. 44. – P. 973-978.
84. Rustemeyer, J. Reduction genioplasty enhances quality of life in female patients with prognathism and maxillary hypoplasia undergoing bimaxillary osteotomy / J. Rustemeyer, A. Lehmann // *Int J Oral Maxillofac Surg.* – 2013. – Vol. 42. – P. 1083-1092.
85. Impact of skeletal divergence on oral health-related quality of life and self-reported jaw function / J. S. Antoun, W. M. Thomson, T. R. Merriman [et al.] // *Korean J Orthod.* – 2017. – Vol. 47. – P. 186-194.
86. Health-related quality of life and psychosocial function 5 years after orthognathic surgery / E. Motegi, J. P. Hatch, J. D. Rugh [et al.] // *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* – 2003. – Vol. 124. – P. 138-143.
87. Agbaje, J. Pain complaints in patients undergoing orthognathic surgery / J. Agbaje, J. Luyten, C. Politis // *Pain Res. Manag.* – 2018. – № 2018. – P. 4235025.
88. Classification of acute postoperative pain trajectories using latent class analysis / H. Kim [et al.] // *Sci Rep.* – 2024. – Vol. 14. – Article 83843.
89. Predictors of pain and prolonged length of hospital stay after orthognathic surgery / A. M. Shinagawa [et al.] // *Colombian Journal of Anesthesiology.* – 2015. – Vol. 43(1). – P. 16-23.
90. Контролируемая локальная гипотермия в комплексном лечении пациентов с врожденными аномалиями развития челюстей / И. В. Черкесов, В. В. Коршунов, Я. Лэй [и др.] // *Клиническая стоматология.* – 2024. – Т. 27. – № 2. – С. 106-110.

91. Heterotopic ossification of posterior atlantooccipital membrane as a compensatory reaction of the organism with craniomandibular disorders / O. I. Admakin, I. A. Solop, I. L. Kogenova, A. S. Migachev, T. M. Dzhambulaeva // *Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences*. – 2018. – № 5(11). – P. 11653–11657. – DOI:10.5281/zenodo.1487679.
92. Electromyographic Changes in the Masseter and Temporalis Muscles Before and After Orthognathic Surgery / H. González Olivares, A. García Pérez, F. López Saucedo, F. Ángeles Medina // *J Craniofac Surg*. – 2019. – Vol. 30(5). – P. 1539-1543.
93. Boyd, S. B. Recovery of mandibular mobility following orthognathic surgery / S. B. Boyd, N. D. Karas, D. P. Sinn // *J. Oral Maxillofac. Surg*. – 1991. – Vol. 49(9). – P. 924-931.
94. Oral motor and electromyographic characterization of adults with facial fractures: a comparison between different fracture severities / A. P. Da Silva, F. C. Sassi, E. Bastos [et al.] // *Clinics (Sao Paulo)*. – 2017. – Vol. 72(5). – P. 276-283.
95. A preliminary study of biomechanical changes produced by orthognathic surgery / G. S. Throckmorton, C. P. Johnston, W. J. Gonyea, W. H. Bell // *J Prosthet Dent*. – 1984. – Vol. 51(2). – P. 252-261.
96. Adaptation of jaw closing muscles after surgical mandibular advancement procedures in different vertical craniofacial types: a magnetic resonance imaging study / G. Dicker, P. Van Spronsen, R. Van Schijndel [et al.] // *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. – 2007. – Vol. 103(4). – P. 475-482.
97. 3D CT evaluation of masseter muscle morphology after setback osteotomy for mandibular prognathism / A. Katsumata, M. Fujishita, Y. Arijii, E. Arijii, R. P. Langlais // *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. – 2004. – № 98(4). – P. 461-470. – DOI: 10.1016/j.tripleo.2004.03.015. PMID: 15472662.
98. Three-dimensional morphology of the masseter muscle in patients with mandibular prognathism / Y. Arijii, A. Kawamata, K. Yoshida [et al.] // *Dentomaxillofacial Radiol*. – 2000. – № 29. – P. 113-118.
99. Electromyographic, ultrasound elastographic evaluation of the masseter muscle in class III patients before and after orthognathic surgery / E. Sunal Akturk, H. Eren, C.

Gorurgoz, K. Orhan, H. A. Karasu // *Journal of Craniofacial Surgery*. – 2020. – Vol. 31. – № 7. – P. 2049-2053. – DOI: 10.1097/SCS.00000000000006600.

100. Measurement of mandibular movements in patients with temporomandibular disorders and in asymptomatic subjects / R. Celic, V. Jerolimov, D. Knezovic-Zlataric, B. Klaic // *Coll Antropol.* – 2003. – Vol. 27(Suppl 2). – P. 43-49.

101. Alhuwaizi, A. Malocclusion and Maximal Mandibular Movement Capacities / A. Alhuwaizi // *Journal of the College of Dentistry*. – 2001. – Vol. 10. – P. 199-206.

102. Riolo, M. L. Associations between occlusal characteristics and signs symptoms of TMJ dysfunction in children and young adults / M. L. Riolo, D. Brandt, T. R. TenHave // *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* – 1987. – Vol. 92(6). – P. 467-477.

103. Zimmer, B. Comparison of 'Normal' TMJ-function in Class I, II, and III individuals / B. Zimmer, A. Jager, D. Kubein-Meesenburg // *Eur J Orthod.* – 1991. – Vol. 13(1). – P. 27-34.

104. The effect of early physiotherapy on the recovery of mandibular function after orthognathic surgery for Class III correction: part I–jaw-motion analysis / T. T.-Y. Teng, E. W.-C. Ko, C. S. Huang [et al.] // *J. Cranio-Maxillofac. Surg.* – 2015. – Vol. 43. – P. 131-137.

105. Alteration of masticatory electromyographic activity and stability of orthognathic surgery in patients with skeletal Class III malocclusion / E. W. C. Ko, C. S. Huang, L. J. Lo [et al.]. // *J Oral Maxillofac Surg.* – 2013. – Vol. 71(7). – P. 1249-1260.

106. Effect of orthognathic surgery on masticatory performance and muscle activity in skeletal Class III patients / D. Celakil, F. Ozdemir, F. Eraydin, T. Celakil // *CRANIO®*. – 2017. – DOI: 10.1080/08869634.2017.1311395.

107. Changes in electric activity of masseter and anterior temporalis muscles before and after orthognathic surgery in skeletal class III patients / G. Frongia, G. Ramieri, C. De Biase [et al.] // *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* – 2013. – Vol. 116(4). – P. 398-401.

108. Grossi, G. B. Measuring effectiveness of orthognathic surgery by electromyography: a retrospective clinical study / G. B. Grossi, U. Garagiola, F. Santoro // *Minerva Stomatol.* – 2017. – Vol. 66(3). – P. 98-106.

109. An electromyographic investigation of masticatory muscles symmetry in normo-occlusion subjects / V. F. Ferrario, C. Sforza, A. Colombo, V. Ciusa // *J Oral Rehabil.* – 2000. – Vol. 27(1). – P. 33-40.
110. Electromyography activity of human masticatory muscles in normal young people: Statistical evaluation of reference values for clinical applications / V. F. Ferrario, C. Sforza, A. Jr. Milani, A. D'Addona, E. Barbini // *J Oral Rehabil.* – 1993. – Vol. 20. – P. 271-280.
111. Павлова-Адамович, А. Г. Оптимизация воздействия на гипертонус жевательных мышц у пациентов с детским церебральным параличом : диссертация ... кандидата медицинских наук : 3.1.7. / Павлова-Адамович Анастасия Геннадьевна; ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Волгоград, 2024. – 168 с.
112. Effects of Chewing Exerciser on the Recovery of Masticatory Function Recovery after Orthognathic Surgery: A Single-Center Randomized Clinical Trial / H. J. Yang, I. J. Kwon, A. A. Almansoori, Y. Son, B. Kim [et al.] // *Medicina.* – 2020. – Vol. 56(9). – P. 483.
113. Naran, S. Current concepts in orthognathic surgery / S. Naran, D. M. Steinbacher, J. A. Taylor // *Plastic and Reconstructive Surgery.* – 2018. – Vol. 141. – P. 925e-936e.
114. The impact of orthognathic surgery on facial expressions / A. Al-Hiyali, A. Ayoub, X. Ju, M. Almuzian, T. Al-Anezi // *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery.* – 2015. – Vol. 73. – P. 2380-2390.
115. Surgical complications of orthognathic surgery / M. V. Joachim, Y. Brosh, C. M. Rivera, M. J. Troulis, M. AbdelRaziq, I. Abu El-Naaj // *Applied Sciences.* – 2023. – Vol. 13. – P. 478.
116. Bravo, M. Effectiveness of glucocorticoids in orthognathic surgery: An overview of systematic reviews / M. Bravo, J. B. Kohan, M. U. Monasterio // *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery.* – 2022. – Vol. 60. – P. e231-e245.
117. Evaluation of postoperative swelling after third molar surgery using 2 different cooling therapy methods / M. Rana, N. C. Gellrich, A. Ghassemi, M. Gerressen, D.

Riediger, A. Modabber // *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. – 2011. – Vol. 69. – P. 2092-2098.

118. Manual lymph drainage efficiently reduces postoperative facial swelling and discomfort after removal of impacted third molars / G. Szolnoky, K. Szendi-Horváth, L. Seres, K. Boda, L. Kemény // *Lymphology*. – 2007. – Vol. 40. – P. 138-142.

119. Применение витамина D при реабилитации пациентов после ортогнатических операций / И. В. Иванова, С. Ю. Иванов, А. М. Гусаров, К. Э. Ампилова, К. С. Демидова // *Клиническая стоматология*. – 2023. – Т. 26. – № 3. – С. 70-76.

120. Storum, K. A. Hypomobility after maxillary and mandibular osteotomies / K. A. Storum, W. H. Bell // *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. – 1984. – Vol. 57. – № 1. – P. 7-12.

121. Storum, K. A. The effect of physical rehabilitation on mandibular function after ramus osteotomies / K. A. Storum, W. H. Bell // *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. – 1986. – Vol. 44. – P. 94-99.

122. Masticatory muscle function three years after surgical correction of class III dentofacial deformity / L. V. Trawitzki, R. O. Dantas, F. V. Mello-Filho, W. Marques // *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. – 2010. – Vol. 39. – P. 853-856.

123. Palmieri, C. Mandibular motion after closed and open treatment of unilateral mandibular condylar process fractures / C. Palmieri, E. Ellis // *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. – 1999. – Vol. 57. – P. 764-775.

124. Boyd, S. B. Muscular rehabilitation after orthognathic surgery / S. B. Boyd, W. H. Bell // *Oral and Maxillofacial Surgery*. – 2000. – Vol. 2. – P. 563-576.

125. Assessment of skeletal stability of intraoral vertical ramus osteotomy with one-day maxillomandibular fixation followed by early jaw exercise / S. Ohba, H. Tasaki, T. Tobita, T. Minamizato, T. Kawasaki, N. Motooka [et al.] // *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. – 2013. – Vol. 41. – P. 586-592.

126. Aragon, S. B. Mandibular range of motion with rigid/nonrigid fixation / S. B. Aragon, J. E. Van Sickels // *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. – 1987. – Vol. 63. – P. 408-411.

127. Recovery pattern of mandibular movement by active physical therapy after bilateral transoral vertical ramus osteotomy / H. D. Jung, Y. S. Jung, J. H. Park, H. S. Park // *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. – 2012. – Vol. 70. – P. e431-e437. (In Eng.)
128. The effect of early physiotherapy on electromyographic activity of masticatory muscles / E. W. C. Ko, T. T. Y. Teng, C. S. Huang, Y. R. Chen // *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. – 2015. – Vol. 43. – P. 138-143.
129. Evaluation of the effects of the low-level laser therapy on swelling, pain, and trismus after removal of impacted lower third molar / H. Alan, Ü. Yolcu, M. Koparal, C. Özgür, S. A. Öztürk, S. Malkoç // *Head & Face Medicine*. – 2016. – Vol. 12. – P. 25.
130. The effects of ULF–TENS stimulation on gnathology: the state of the art / N. Chipaila, F. Sgolastra, A. Spadaro, D. Pietropaoli, C. Masci, R. Cattaneo, A. Monaco // *CRANIO®*. – 2014. – Vol. 32(2). – P. 118-130. – DOI: 10.1179/0886963413Z.000000000.
131. Rodrigues, D. Effect of conventional TENS on pain and electromyographic activity of masticatory muscles in TMD patients / D. Rodrigues, A. O. Siriani, F. Bérzin // *Brazilian Oral Research*. – 2004. – Vol. 18(4). – P. 290-295.
132. Эффективность динамической электростимуляции (ДЭС) в купировании болевого синдрома при остеоартрозе коленных суставов / Е. Ю. Кадочникова, А. А. Власов, Л. И. Алексеева [и др.] // *Вестник восстановительной медицины*. – 2016. – Т. 15. – № 3. – С. 14-22.
133. Кадочникова, Е. Ю. Динамическая электростимуляция в лечении остеоартрита коленных суставов / Е. Ю. Кадочникова, О. М. Лесняк // *Российский семейный врач*. – 2018. – Т. 22. – № 4. – С. 31-36.
134. Dynamic Electroneurostimulation in Rehabilitation: a Prospective Randomized Study of 60 Patients after Surgical Treatment of Colorectal Malignancies / V. A. Drobyshev, L. A. Shpagina, A. A. Vlasov, M. V. Umnikova, T. M. Smarzh // *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. – 2022. – Vol. 21(5). – P. 58-67. – DOI: 10.38025/2078-1962-2022-21-5-58-67.
135. Ермолин, В. И. Клинико-функциональная оценка состояния зубочелюстной системы у пациентов после реконструкции височно-нижнечелюстного сустава с

применением двухкомпонентных эндопротезов : диссертация ... кандидата медицинских наук : 3.1.2. / Ермолин Валентин Игоревич; ФГБУ Национальный медицинский исследовательский центр «Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии» Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Москва, 2022. – 127 с.

136. Сафьянова, Е. В. Разработка и клиническое обоснование нового хирургического способа лечения врожденных деформаций челюстей : диссертация ... кандидата медицинских наук : 14.01.14 / Сафьянова Елена Викторовна; Первый московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова. – Москва, 2018. – 161 с.

137. Чепуряева, О. Сравнительная оценка электромиографов, применяемых в клинике, методом экспертных оценок / О. Чепуряева // Russian Biomedical Research (Российские биомедицинские исследования). – 2024. – № 8(3). – С. 31-35. – DOI: 10.56871/RBR.2023.30.72.005.

138. Castroflorio, A. Surface EMG of jaw elevator muscles: a methodological study / A. Castroflorio, P. Bracco, D. Farina // Journal of Oral Rehabilitation. – 2005. – Vol. 32. – № 7. – P. 526-532. – DOI: 10.1111/j.1365-2842.2005.01457.x.

139. Киртаева, А. В. Комплексный подход к изучению стоматологического здоровья больных с синдромом алкогольной зависимости : учебное пособие / А. В. Киртаева, С. И. Гажва. – Москва : ООО "Научный инновационный центр Международный институт стратегических исследований", 2021. – 90 с. – ISBN 978-5-93856-355-1.

140. Валидация русскоязычной версии опросника ОНП у пациентов с диагнозом хронический генерализованный пародонтит средней степени тяжести / Г. М. Барер, К. Г. Гуревич, В. В. Смирнягина, Е. Г. Фабрикант // Стоматология. – 2007. – Т. 86. – № 5. – С. 27-30.

141. Фабрикант, Е. Г. Валидация русскоязычной версии опросника качества «профиль влияния стоматологического здоровья» / Е. Г. Фабрикант, К. Г. Гуревич, В. В. Смирнягина // Институт стоматологии. – 2009. – № 1. – С. 14-15.

142. Hayes, M. H. S. Experimental development of the graphic rating method / M. H. S. Hayes, D. G. Patterson // Psychological Bulletin. – 1921. – Vol. 18. – № 1. – P. 98-99.

143. Validation of the critical-care pain observation tool in adult patients / C. Gélinas, K. Puntillo, P. Levin [et al.] // *American Journal of Critical Care*. – 2017. – Vol. 26. – № 3. – P. 193-200.
144. Валиева, Л. У. Клинико-функциональное обоснование комплексной реабилитации пациентов с заболеваниями и повреждениями челюстно-лицевой области в раннем послеоперационном периоде : диссертация ... кандидата медицинских наук : 3.1.7. / Валиева Лейли Умидовна ; ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). – Москва, 2024. – 264 с.
145. Белозерцев, А. Ю. Клинико-функциональный анализ лечения частичного отсутствия боковых зубов мостовидными протезами : диссертация ... кандидата медицинских наук : 14.00.21 / Белозерцев Алексей Юрьевич; Иркутский государственный медицинский университет. – Иркутск, 2001. – 159 с.
146. Relationship between Maxillary and Mandibular Base Length and Type of Malocclusion / G. Loredana, Z. Georgeta, S.-B. Alina [et al.] // *2020 International Conference on e-Health and Bioengineering (EHB), Iasi, Romania*. – 2020. – P. 1-4. – DOI: 10.1109/EHB50910.2020.9280284.
147. Ярыгина, Е. Н. Оптимизация диагностики, лечения и реабилитации пациентов с височно-нижнечелюстным миофасциальным болевым синдромом : автореферат дис. ... доктора медицинских наук : 3.1.7. / Ярыгина Елена Николаевна; ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Волгоград, 2025. – 47 с.
148. Толмасов, С.Д. Барьерно-защитный механизм мягких тканей полости рта при использовании съёмных зубных протезов из современных пластмас / С.Д. Толмасов, Ф.И. Ибрагимова // *Журнал гуманитарных и естественных наук*. –2024. – Т. 2. – № 11. – С. 236-240.
149. Саунина, А. А. Клиническое обоснование способа оценки состояния дыхательных путей у ортодонтических пациентов : диссертация ... кандидата медицинских наук : 3.1.7. / Саунина Анастасия Андреевна ; ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет». – Санкт-Петербург, 2023. – 452 с.

150. Drachev, S. N. Oral Health-Related Quality of Life in Young Adults: A Survey of Russian Undergraduate Students / S. N. Drachev, T. Brenn, T. A. Trovik // *Int. J. Environ. Res. Public Health*. – 2018. – Vol. 15. – P. 719. – DOI: 10.3390/ijerph15040719.
151. Zhang, M. Dental fear and its relationship to coping strategies and dental visiting behavior among Chinese adults / M. Zhang, E. C. M. Lo, C. H. Chu // *BMC Oral Health*. – 2015. – Vol. 15. – P. 114.
152. Saijo, R. Relationships among oral symptoms, oral health behaviors, oral health knowledge, and quality of life in Japanese university students / R. Saijo, E. Yoshioka, N. Hanada // *J Jpn Soc Dent Health*. – 2005. – Vol. 55. – P. 103-112.
153. Acharya, S. Oral health-related quality of life and its relationship with oral health status and dental visiting pattern among Indian dental students / S. Acharya // *Med Princ Pract*. – 2008. – Vol. 17. – P. 270-275.
154. The changes of oral health-related quality of life and satisfaction after surgery-first orthognathic approach: a longitudinal prospective study / S. Huang, W. Chen, Z. Ni, Y. Zhou // *Head Face Med*. – 2016. – Vol. 12. – P. 2. – DOI: 10.1186/s13005-016-0094-4.
155. Погабало, И. В. Нарушения функционального состояния нейромышечной системы зубочелюстного комплекса при сочетанных деформациях челюстей и их коррекция: дис. ... д-ра мед. наук : 14.01.14 / Погабало Ирина Владимировна ; Национальный медицинский исследовательский центр стоматологии и челюстно-лицевой хирургии. – Москва, 2020. – 277 с.
156. Agerberg, G. Functional disorders of the masticatory system. II. Symptoms in relation to impaired mobility of the mandible as judged from investigation by questionnaire / G. Agerberg, G. E. Carlsson // *Acta Odontol Scand*. – 1973. – № 31(6). – P. 337-347.
157. Hagberg, C. Self-recorded mandibular opening capacity and its relation to TMJ symptoms and signs in adolescents / C. Hagberg // *Swed Dent J*. – 2003. – Vol. 27(2). – P. 73-80.
158. Elkhateeb, S. M. Maximum mouth opening in patients with anterior open bite, deep bite and normal bite / S. M. Elkhateeb, F. R. Nawaya // *Pakistan Oral & Dental Journal*. – 2012. – Vol. 32. – № 1. – P. 107-110.

159. Quantitative analysis of the variability of electromyographic recordings of masticatory muscles / V. F. Ferrario, C. Sforza, G. Serrao, C. Dellavia, G. M. Tartaglia // *Clin. Neurophysiol.* – 2004. – Vol. 115(4). – P. 761-768. – DOI: 10.1016/j.clinph.2003.10.029.
160. Динамика электромиографических показателей жевательных мышц и баланса окклюзии при частичном отсутствии зубов / Е. К. Кречина, И. В. Погабало, Ф. Ф. Лосев, Т. Л. Зайка // *Стоматология.* – 2015. – № 3. – С. 38-42.
161. Абдулаев, И. М. Диагностика и лечение дисфункции жевательных мышц с применением электромиографии / И. М. Абдулаев, А. А. Хамидов, И. Г. Мамедов // *Head and Neck.* – 2019. – № 3. – С. 14-17.
162. Surface electromyographic analysis of masseter muscle in class III patients before and after orthognathic surgery / G. B. Grossi, L. Chiodelli, G. Speciale, E. F. Gherlone, G. Farronato, C. Maiorana // *Int J Oral Maxillofac Surg.* – 2012. – Vol. 41(6). – P. 715-721. – DOI: 10.1016/j.ijom.2012.01.004.
163. A Comparative Review of Mandibular Orthognathic Surgeries with a Focus on Intraoral Vertico-sagittal Ramus Osteotomy / P. He, J. Iwanaga, Y. Matsushita, N. Adeeb, N. Topale, R. Tubbs, J. Kusakawa // *Cureus.* – 2017. – № 9(12). – P. e1924. – DOI: 10.7759/cureus.1924.
164. The Effect of Pterygomasseteric Sling's Area in the Postoperative Stability after Mandibular Setback Surgery / C. M. Chen, C. C. Ting, J. H. Cheng, K. J. Hsu, Y. C. Tseng // *BioMed Research International.* – 2017. – № 2017 (3). – P. 1-8. – DOI: 10.1155/2017/7216120.
165. Surgical risk factors for condylar resorption after orthognathic surgery / S. J. Hwang, P. E. Haers, A. Zimmermann, C. Oechslin, B. Seifert, H. F. Sailer // *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* – 2000. – № 89. – P. 542-552.
166. Mansour, R. M. In vivo occlusal forces and moments-I. Forces measured in terminal hinge position and associated moments / R. M. Mansour, R. J. Reynik // *J Dent Res.* – 1975. – № 54(1). – P. 114-120.
167. Long-term evaluation of masseter muscle activity, dimensions, and elasticity after orthognathic surgery in skeletal class III patients / O. Muftuoglu, E. S. Akturk, H. Eren,

C. Gorurgoz, H. A. Karasu, K. Orhan, B. Akat, T. U. T. Memikoglu // *Clin Oral Investig.* – 2023. – № 27(7). – P. 3855-3861. – DOI: 10.1007/s00784-023-05004-3.

168. Bite force, occlusal contact area and masticatory efficiency before and after orthognathic surgical correction of mandibular prognathism / M. Iwase, M. Ohashi, H. Tachibana [et al.] // *Int J Oral Maxillofac Surg.* – 2006. – № 35. – P. 1102.

169. Measure of bite force and occlusal contact area before and after bilateral sagittal split ramus osteotomy of the mandible using a new pressuresensitive device: a preliminary report / K. Harada, M. Watanabe, K. Ohkura, S. Enomoto // *J Oral Maxillofac Surg.* – 2000. – № 58. – P. 370-373.

170. Masticatory function in retrognathic patients, before and after mandibular advancement surgery / W. van den Braber, H. van der Glas, A. van der Bilt, F. Bosman // *J Oral Maxillofac Surg.* – 2004. – № 62(5). – P. 549-554. – DOI: 10.1016/j.joms.2003.06.016.

171. Макеева, И. М. Маркеры нейромышечной дисфункции по данным клинического и электромиографического обследования / И. М. Макеева, Я. В. Самохлиб // *Ортодонтия.* – 2016. – № 4(76). – С. 14-19.

172. Short-term changes in muscle activity and jaw movement patterns after orthognathic surgery in skeletal Class III patients with facial asymmetry / K. A. Kim, H. S. Park, S. Y. Lee, S. J. Kim, S. H. Baek, H. W. Ahn // *Korean Journal of Orthodontics.* – 2019. – Vol. 49. – № 4. – P. 254-264. – DOI:10.4041/kjod. 2019.49.4.254.

173. Electromyographic Changes in the Masticatory Muscles after Orthognathic Surgery: A Systematic Review / T. Musulas, J. Klimka, K. Lopatienė, D. Razukevičius, A. Gervickas, G. Janužis // *Annals of Dental Speciality.* – 2024. – Vol. 12. – № 1. – P. 65-71. – DOI:10.51847/wUhLZjo1XC.

174. Occlusal function and electromyographic activity of masticatory muscles in skeletal Class III patients with different patterns of mandibular asymmetry / Y. J. Chen, C. C. Yao, Z. C. Chang, H. H. Lai, L. F. Hsu [et al.] // *J. Oral Rehabil.* – 2023. – Vol. 50(4). – P. 276-285. – DOI: 10.1111/joor.13412.

175. Orthodontic-surgical treatment: electromyographic and kinesiographic evaluation in follow-up period. Experimental study / L. Giannini, C. Maspero, G. Galbiati, L. Kairyte, F. Zanoni, G. Farronato // *Stomatologija*. – 2017. – Vol. 19. – № 2. – P. 35-43.
176. Динамическая электронейростимуляция в комплексе реабилитации пациентов с аномалиями размеров и положения челюстей / А. С. Мигачев, А. И. Шайхалиев, А. М. Гусаров, Е. В. Сафьянова, А. М. Исагаджиев, М. Н. Юнусова // *Клиническая стоматология*. – 2025. – № 28 (3). – С. 100-105. – DOI: 10.37988/1811-153X_2025_3_100.
177. Smith, L. R. Collagen content and cross-linking in skeletal muscle from the mdx mouse model of Duchenne muscular dystrophy / L. R. Smith, E. R. Barton // *Journal of Orthopaedic Research*. – 2018. – Vol. 36. – № 4. – P. 1125-1132. – DOI: 10.1002/jor.23498.
178. Bonaldo, P. Cellular and molecular mechanisms of muscle atrophy / P. Bonaldo, M. Sandri // *Disease Models & Mechanisms*. – 2013. – Vol. 6. – № 1. – P. 25-39. – DOI: 10.1242/dmm.010389.
179. Богаевская, О. Ю. Миотонометрия у пациентов с трансверсальной резцовой окклюзией / О. Ю. Богаевская, В. И. Пешкин // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина*. – 2015. – № 3. – С. 123-126.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – Руссифицированный опросник ОНП-14

Физическое здоровье	Вопрос	Очень часто	Часто	Обычно	Почти никогда	Никогда
	Соответствующие баллы	4	3	2	1	0
Проблемы при приеме пищи	Как часто Вы испытываете ощущение потери вкуса из-за проблем с зубами, слизистой оболочкой рта или протезами?					
	Как часто Вы испытываете болевые ощущения во рту?					
	Как часто у Вас возникает затруднение приема пищи из-за проблем с зубами, слизистой оболочкой рта или протезами?					
	Как часто Вы питаетесь неудовлетворительно из-за проблем с зубами, слизистой оболочкой рта или протезами?					
	Как часто Вам приходится прерывать прием пищи из-за проблем с зубами, слизистой оболочкой рта или протезами?					
Проблемы в общении	Как часто Вы испытываете неудобства из-за проблем с зубами, слизистой оболочкой рта или протезами?					
	Как часто Вы испытываете затруднения при произношении слов из-за проблем с зубами, слизистой оболочкой рта или протезами?					
	Как часто Вы чувствуете себя стесненным в общении с людьми из-за проблем с зубами, слизистой оболочкой рта или протезами?					

Продолжение Таблицы А.1

Проблемы в общении	Как часто проблемы с зубами, слизистой оболочкой рта или протезами ставят Вас в неловкое положение?					
	Как часто проблемы с зубами, слизистой оболочкой рта или протезами приводят к повышенной раздражительности при общении с людьми?					
Проблемы в повседневной жизни (работа, отдыхе)	Как часто Вы испытываете затруднения в работе из-за проблем с зубами, слизистой оболочкой рта или протезами?					
	Как часто проблемы с зубами, слизистой оболочкой рта или протезами мешают Вам отдыхать, расслабляться?					
	Как часто Вы ощущаете, что Ваша жизнь становится менее интересной из-за проблем с зубами, слизистой оболочкой рта или протезами?					
	Как часто Вам приходится полностью «выпадать из жизни» из-за проблем с зубами, слизистой оболочкой рта или протезами?					